FAGOR AUTOMATION

Modelo ·M·
(Soft V11.1x)

CNC 8035

(ref 0706)

MANUAL DE PROGRAMAÇÃO

INDICE

CAPÍTULO 14 **TRANSFORMAÇÃO ANGULAR DE EIXO INCLINADO.**

APÊNDICES

A RESPEITO DO PRODUTO

Características básicas.

Memória RAM	256 Kb
Tempo de ciclo do PLC	3 ms / 1000 instruções
Linha serial RS-232	Padrão
DNC (através de RS 232)	Padrão
Entradas de apalpador 5V ou 24V	2
Entradas e saídas digitais	40 I / 24 O
Entradas de medição para eixos e árvore	4 entradas TTL / 1Vpp
Entradas de captação para volantes	2 entradas TTL

Opções de Software.

	Modelo					
	M-MON	M-MON-R	M-COL	M-COL-R	T-MON	T-COL
Número de eixos	3	3	3	3	2	2
Disco duro	Opt	Opt	Opt	Opt	Opt	Opt
Rosqueamento eletrónico	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand
Gestão de Armazém de ferramentas	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand
Ciclos fixos de usinagem	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand
Usinagem multíplice	Stand	Stand	Stand	Stand	-----	-----
Rosca rígida	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand
DNC	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand
Compensação de raio	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand	Stand
Função Retracing	-----	Stand	-----	Stand	-----	-----
Monitor cor	-----	-----	Stand	Stand	-----	Stand

Antes de a colocação em funcionamento, verificar que a máquina onde se incorpora o CNC cumpre a especificação da directiva 89/392/CEE.

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

O fabricante:

Fagor Automation, S. Coop.

Barrio de San Andrés s/n, C.P. 20500, Mondragón -Guipúzcoa- (ESPANHA).

Declaramos o seguinte:

Declaramos sob nossa exclusiva responsabilidade a conformidade do produto:

Controle Numérico Fagor

CNC 8035

Ao que se refere esta declaração, com as seguintes normas.

Normas de segurança.

EN 60204-1	Segurança das máquinas. Equipamento elétrico das máquinas.

Normas de compatibilidade eletromagnética.

EN 61000-6-4	Norma genérica de emissão em entornos industriais.
EN 55011	Irradiadas. Classe A, Grupo 1.
EN 61000-6-2	Norma genérica de imunidade em entornos industriais.
EN 61000-4-2	Descargas eletrostáticas.
EN 61000-4-3	Campos eletromagnéticos irradiados em radiofrequencia.
EN 61000-4-4	Transitórios Rápidos e Explosões.
EN 61000-4-6	Perturbações conduzidas por campos em radiofrequencia.
EN 61000-4-8	Campos magnéticos a freqüência de rede
EN 61000-4-11	Variações e Cortes de Tensão.
ENV 50204	Campos gerados por radiotelefones digitais

De acordo com as disposições das Diretrizes Comunitárias: 73/23/CEE modificada por 93/68/EEC de Baixa Voltagem e 89/336/CEE modificada por 92/31/EEC e 93/68/EEC de Compatibilidade Eletromagnética e os seus atualizações.

Em Mondragón a 15 de Junho de 2005

Fagor Automation, S. Coop. Ltda.
Diretor Gerente

Fdo.: Julen Busturia

HISTÓRICO DE VERSÕES (M)

(Modelo fresa)

A seguir se mostra a lista de funções acrescentadas em cada versão de software e os manuais nos quais aparece descrita cada uma delas.

No histórico de versões foram empregado as seguintes indicações:

INST	Manual de instalação
PRG	Manual de programação
OPT	Manual de Operação

Software V07.1x — Julho 2003

Primeira versão.

Software V07.1x — Fevereiro 2004

Lista de funções	Manual
Eixo inclinado.	INST / PRG
Parâmetros de máquina. TOOLTYPE (P167): Parar a preparação de blocos ao executar uma „T“ TOOLTYPE (P167): Executar o stop depois de finalizar a mudança da T. FEEDTYPE (P169): Selecionar o funcionamento do avanço para F0. TYPCROSS (P135): Em eixos Gantry, a compensação cruzada se aplica também ao eixo escravo. RAPIDEN (P130): Tecla rápido controlada por PLC. Parâmetros gerais modificáveis desde sub-rotina/programa OEM CODISET. Parâmetros de eixos modificáveis desde sub-rotina/programa OEM MAXFLWE1, MAXFLWE2.	INST
Marcas de PLC. Denominar mediante o nome do eixo as entradas e saídas lógicas BLOABOR: Terminar a execução de um bloco mediante marca de PLC (canal principal). BLOABORP: Terminar a execução de um bloco mediante marca de PLC (canal de PLC). ELIMIS: Estacionar a árvore principal.	INST
Durante a compilação do programa de PLC, as saídas se inicializam a zero.	
Variáveis SELPRO: Variável para selecionar a entrada de apalpador ativa. DIAM: Variável para selecionar o modo de programação, raios ou diâmetros.	INST / PRG
G2/G3. Não é necessário programar as cotas do centro se o seu valor é zero.	PRG
M41-M44: Estas funções admitem sub-rotinas quando a mudança de gama é automática.	PRG

Software V09.1x Dezembro 2004

Lista de funções	Manual
Cálculo da dissipação do calor da unidade central.	INST
Nova placa "Eixos2".	INST
Identificação automática do tipo de teclado.	INST
Entradas de freqüência para eixos e árvores	INST
Parâmetros de máquina. COMPMODE (P175). Novos métodos de compensação de raio. Parâmetros de eixos modificáveis desde sub-rotina/programa OEM REFVALUE, REFDIREC, FLIMIT. Parâmetros de eixo-árvore modificáveis desde sub-rotina/programa OEM REFVALUE, REFDIREC, SLIMIT.	INST
Variáveis DNCSTA: Estado da comunicação DNC. TIMEG: Estado da contagem do temporizador programado com G4. HANDSE: Botão selecionador do volante pulsado. ANAI(n): Valor das entradas analógicas. APOS(X-C): Cota real da base da ferramenta, referida ao zero peça. ATPOS(X-C): Cota teórica da base da ferramenta, referida ao zero peça.	INST / PRG
Função Retracing. Com RETRACAC=2 a função retracing não se detém nas funções M. O parâmetro RETRACAC se inicializa com [SHIFT][RESET]. Se aumenta o número de blocos a retroceder até 75.	INST
Ativar a compensação de raio no primeiro bloco de movimento, ainda que não tenha deslocamento dos eixos do plano.	INST
Intervenção manual com volante aditivo.	INST / OPT
G46. Manter G46 quando na busca de referência de máquina não intervenha nenhum eixo da transformação angular.	INST / PRG
MEXEC. Executar um programa modal.	PRG
Se amplia o número de funções G disponíveis até 319.	PRG
As simulações sem o movimento de eixos não levam em consideração G4.	OPT
Manter o avanço selecionado em simulação.	OPT

Software V9.12 Fevereiro 2005

Lista de funções	Manual
Look-ahead	INST / PRG

Software V09.13 Abril 2005

Lista de funções	Manual
Passo do eixo Hirth paramétrico em graus.	INST
Eixo de posicionamento rollover. Movimento em G53 pelo caminho mais curto.	INST

Software V09.13 Junho 2005

Lista de funções	Manual
Regulação CAN.	INST

Software V11.01 — Agosto 2005

Lista de funções	Manual
O CNC suporta Memkey Card + Compact Flash ou KeyCF	OPT
Se dispõe de dois modos de apresentar o conteúdo dos diferentes dispositivos de armazenamento:	INST / OPT
Carga de versão desde o Memkey Card ou o disco duro.	OPT
Nova forma de realizar a busca de I0 que se pode selecionar mediante o parâmetro de máquina geral I0TYPE=3.	INST
Melhora de manipulação de utilidades. Passo da simulação à execução.	INST / OPT
Novo modo de reposicionamento que se ativa pondo o parâmetro de máquina geral REPOSTY=1.	INST/PRG/OPT
Rampas tipo seno quadrado no eixo-árvore em laço aberto.	INST
Numeração das entradas/saídas locais dos módulos de expansão mediante parâmetros de máquina de plc.	INST
Valor por default dos parâmetros de máquina de eixo e eixo-árvore ACFGAIN = YES.	INST
Parametrização dos parâmetros de máquina de eixos FFGAIN e FFGAIN2 com dois decimais.	INST
Aumento do número de símbolos (DEF) disponíveis no PLC a 400.	INST
Nova variável HTOR que indica o valor do raio da ferramenta que está utilizando o CNC.	INST / PRG
Definição do eixo longitudinal com G16.	INST / PRG

Software V11.11 — Fevereiro 2006

Lista de funções	Manual
Medição de volante levada a um conector de captação livre.	INST
Novas variáveis para RIP, GGSE, GGSF, GGSG, GGSH, GGSI, GGSJ, GGSK, GGSL, GGSM, PRGSP e PRBMOD.	INST
G04 K0. Interrupção da preparação de blocos e atualização de cotas.	PRG

Software V11.13 — Junho 2006

Lista de funções	Manual
Parada suave na referência do eixos, que se pode selecionar mediante o parâmetro de máquina de eixos I0TYPE.	INST

Software V11.14 — Agosto 2006

Lista de funções	Manual
Seleção do volante aditivo como volante associado ao eixo.	INST

Software V11.18 — Junho 2007

Lista de funções	Manual
Copiar e executar programas em Disco duro (KeyCF)	OPT

CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

Leia as seguintes medidas de segurança com o objetivo de evitar lesões a pessoas e prever danos a este equipamento bem como aos equipamentos ligados ao mesmo.

O aparelho somente poderá ser reparado por pessoal autorizado de Fagor Automation.

Fagor Automation não se responsabiliza por qualquer dano físico ou material que seja ocasionado pelo não cumprimento destas normas básicas de segurança.

Precauções contra danos a pessoas

- Ligação de módulos

  Utilizar os cabos de união proporcionados com o aparelho.
- Utilizar cabos de rede apropriados

  Para evitar riscos, utilizar somente cabos de rede recomendados para este aparelho.
- Evitar sobrecargas elétricas

  Para evitar descargas elétricas e riscos de incêndio não aplicar tensão elétrica fora da faixa selecionada na parte posterior da unidade central do aparelho.
- Conexões à terra

  Com o objetivo de evitar descargas elétricas conectar os terminais de terra de todos os módulos ao ponto central de terras. Também, antes de efetuar as ligações das entradas e saídas deste produto assegurar-se que foi efetuada a conexão à terra.
- Antes de ligar o aparelho assegure-se que foi feita a conexão à terra

  Para evitar choques elétricos assegurar-se que foi feita a ligação dos terras.
- Não trabalhar em ambientes úmidos

  Para evitar descargas elétricas trabalhar sempre em ambientes com umidade relativa inferior ao 90% sem condensação a 45 ºC.
- Não trabalhar em ambientes explosivos

  Com o objetivo de evitar possíveis perigos , lesões ou danos, não trabalhar em ambientes explosivos.

Precauções contra danos ao produto

- Ambiente de trabalho

  Este aparelho está preparado para ser utilizado em Ambientes Industriais obedecendo às diretrizes e normas em vigor na União Européia.

  Fagor Automation não se responsabiliza pelos danos que possam sofrer ou provocar quando se monta em outro tipo de condições (ambientes residenciais ou domésticos).

- Instalar o aparelho no lugar apropriado

  Se recomenda que, sempre que seja possível, que a instalação do controle numérico se realize afastada dos líquidos refrigerantes, produtos químicos, golpes, etc. que possam danificá-lo.

  O aparelho cumpre as diretrizes européias de compatibilidade eletromagnética. Entretanto, é aconselhável mantê-lo afastado de fontes de perturbação eletromagnética, como:

  - Cargas potentes ligadas à mesma rede que o equipamento.
  - Transmissores portáteis próximos (Radiotelefones, emissoras de rádio amadores).
  - Proximidade de Transmissores de rádio/TV.
  - Proximidade de Máquinas de solda por arco.
  - Proximidade de Linhas de alta tensão.
  - Etc.

- Envolventes

  O fabricante é responsável de garantir que o gabinete em que se montou o equipamento, cumpra todas as diretrizes de uso na Comunidade Econômica Européia.

- Evitar interferencias provenientes da máquina-ferramenta

  A máquina-ferramenta deve ter desacoplados todos os elementos que geram interferências (bobinas dos relés, contatores, motores, etc.).

  - Bobinas dos relés de corrente contínua. Diodo tipo 1N4000.
  - Bobinas dos relés de corrente alterna. RC conectada o mais próximo possível às bobinas, com uns valores aproximados de R=220V Ω / 1 W e C=0,2 μF / 600 V..
  - Motores de corrente alterna. RC conectadas entre fases, com valores R=300 Ω / 6 W e C=0,47 μF / 600 V

- Utilizar a fonte de alimentação apropriada

  Utilizar, para a alimentação das entradas e saídas, uma fonte de alimentação exterior estabilizada de 24 V DC.

- Conexões à terra da fonte de alimentação

  O ponto de zero volts da fonte de alimentação externa deverá ser ligado ao ponto principal de terra da máquina.

- Conexões das entradas e saídas analógicas

  Se recomenda realizar a ligação mediante cabos blindados, conectando todas as malhas ao terminal correspondente.

- Condições do meio ambiente

  A temperatura ambiente que deve existir em regime de funcionamento deve estar compreendida entre +5 ºC e +40 ºC, com uma media inferior a +35 ºC.

  A temperatura ambiente que deve existir em regime de funcionamento deve estar compreendida entre -25 ºC e +70 ºC.

- Habitáculo da unidade central (CNC 8055i)

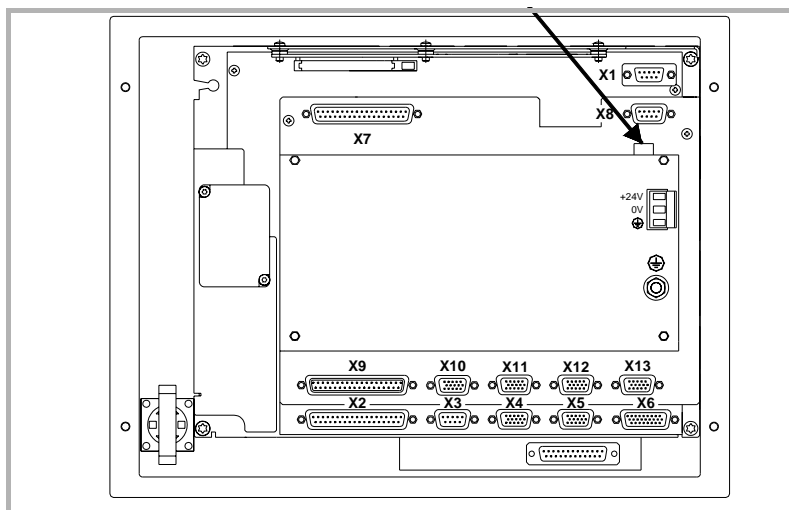
  Garantir entre unidade central e cada uma das paredes do habitáculo as distâncias requeridas. Utilizar um ventilador de corrente contínua para melhorar a arejamento do habitáculo.

- Dispositivo de secionamento da alimentação

  O dispositivo de secionamento da alimentação tem que estar situado em lugar facilmente acessível e a uma distância do chão compreendida entre 0,7 m e 1,7 m.

Proteções do próprio aparelho

- Unidade Central

  Leva 1 fusível exterior rápido (F) de 4 A 250 V.

- Entradas-Saídas

  Todas as entradas-saídas digitais possuem isolamento galvânico mediante optoacopladores entre os circuitos do CNC e o exterior.

Precauções durante as reparações

Não manipular o interior do aparelho. Somente técnicos autorizados por Fagor Automation podem manipular o interior do aparelho.

Não manipular os conectores com o aparelho conectado à rede elétrica. Antes de manipular os conectores (entradas/saídas, medição, etc.) assegurar-se que o aparelho não se encontra conectado à rede elétrica.

Símbolos de segurança

- Símbolos que podem aparecer no manual

Símbolo de perigo ou proibição.

Indica ações ou operações que podem provocar danos a pessoas ou aparelhos.

Símbolo de advertência ou precaução.

Indica situações que podem causar certas operações e as ações que se devem levar a efeito para evitá-las.

Símbolos de obrigação.

Indica ações e operações que se tem que realizar obrigatoriamente.

Símbolos de informação.

Indica notas, avisos e conselhos.

CONDIÇÕES DE GARANTIA

Garantia inicial

Todo o produto fabricado ou comercializado por FAGOR tem uma garantia de 12 meses para o usuário final, que poderão ser controlados pela rede de serviço mediante o sistema de controle de garantia estabelecido por FAGOR para esta finalidade.

Para que o tempo que transcorre entre a saída de um produto desde os nossos armazéns até à chegada ao usuário final não intervenha contra estes 12 meses de garantia, FAGOR estabeleceu um sistema de controle de garantia baseado na comunicação por parte do fabricante ou intermediário a FAGOR do destino, a identificação e a data de instalação na máquina, no documento que acompanha cada produto no envelope de garantia. Este sistema nos permite, além de garantir o ano de garantia ao usuário, manter informados os centros de serviço da rede sobre os equipamentos FAGOR que entram na área de responsabilidade procedentes de outros países.

A data de inicio da garantia será a que figura como data de instalação no citado documento, FAGOR dá um prazo de 12 meses ao fabricante ou intermediário para a instalação e para a venda do produto, de maneira que a data de inicio da garantia pode ser até um ano posterior à da saída do produto dos nossos armazéns, sempre e quando nos tenha sido remetido a folha de controle da garantia. Isto, significa na prática a extensão da garantia a dois anos desde a saída do produto dos armazéns de Fagor. No caso de que não se tenha enviado a citada folha, o período de garantia finalizará em 15 meses desde a saída do produto dos nossos armazéns.

A referida garantia cobre todas as despesas de materiais e mão-de-obra de reparação, nas dependências da FAGOR, utilizadas para reparar anomalias de funcionamento nos equipamentos. FAGOR se compromete a reparar ou substituir os seus produtos, no período compreendido desde o início de fabricação até 8 anos, a partir da data de desaparição do produto de catálogo.

Compete exclusivamente a FAGOR determinar se a reparação está dentro dos limites definidos como garantia.

Cláusulas excluídas

A reparação realizar-se-á em nossas dependências, portanto ficam fora da referida garantia todos os gastos ocasionados no deslocamento de seu pessoal técnico para realizar a reparação de um equipamento, mesmo estando este dentro do período de garantia, antes mencionado.

A referida garantia aplicar-se-á sempre que os equipamentos tenham sido instalados conforme as instruções, não tenham sido maltratados, nem tenham sofrido danos por acidentes ou negligência e não tenham sido manipulados por pessoal não autorizado por FAGOR. Se depois de realizada a assistência ou reparação, a causa da avaria não é imputável aos referidos elementos, o cliente está obrigado a cobrir todas as despesas ocasionadas, atendo-se às tarifas vigentes.

Não estão cobertas outras garantias implícitas ou explícitas e FAGOR AUTOMATION não é responsável sob nenhuma circunstância de outros danos ou prejuízos que possam ocasionar.

Garantia de reparações

Analogamente à garantia inicial, FAGOR oferece uma garantia sobre as reparações padrão nos seguintes termos:

PERÍODO	12 meses.
CONCEITO	Cobre peças e mão-de-obra sobre os elementos reparados (ou substituídos) nos locais da rede própria.
CLÁUSULAS DE EXCLUSÃO	As mesmas que se aplicam sobre o capítulo de garantia inicial. Se a reparação se efetua no período de garantia, não tem efeito a ampliação de Garantia

Nos casos em que a reparação tenha sido com cotação baixa, isto é, se tenha atuado somente sobre a parte avariada, a garantia será sobre as peças substituídas e terá um período de duração de 12 meses.

As peças sobressalentes fornecidas soltas têm uma garantia de 12 meses.

Contratos de manutenção

A disposição do distribuidor ou do fabricante que compre e instale os nossos sistemas CNC, existe o CONTRATO DE SERVIÇO.

CONDIÇÕES PARA RETORNO DE MATERIAIS

Se vai enviar a unidade central ou os módulos remotos, faça a embalagem com o mesmo papelão e o material utilizado na embalagem original. Se não está disponível, seguindo as seguintes instruções:

1. Consiga uma caixa de papelão cujas 3 dimensões internas sejam pelo menos 15 cm (6 polegadas) maiores que o aparelho. O papelão empregado para a caixa deve ser de uma resistência de 170 Kg (375 libras).
2. Inclua uma etiqueta no aparelho indicando o dono do aparelho, o endereço, o nome da pessoa a contatar, o tipo do aparelho e o número de série.
3. Em caso de avaria indique também, o sintoma e uma rápida descrição da mesma.
4. Envolva o aparelho com um rolo de polietileno ou sistema similar para protegê-lo.
5. Se vai enviar a unidade central, proteja especialmente a tela.
6. Acolchoe o aparelho na caixa de papelão enchendo- a com espuma de poliuretano por todos os lados.
7. Feche a caixa de papelão com fita de embalagem ou grampos industriais.

NOTAS COMPLEMENTARES

Situar o CNC afastado de líquidos refrigerantes, produtos químicos, golpes, etc. que possam danificá-lo. Antes de ligar o aparelho verificar se as conexões de terra foram corretamente realizadas.

Em caso de mau funcionamento ou falha do aparelho, desligá-lo e chamar o serviço de assistência técnica. Não manipular o interior do aparelho.

DOCUMENTAÇÃO FAGOR

Manual OEM

Dirigido ao fabricante da máquina ou pessoa encarregada de efetuar a instalação e colocação em funcionamento do controle numérico.

Manual USER-M

Dirigido ao usuário final.

Indica a forma de operar e programar no modo M.

Manual USER-T

Dirigido ao usuário final.

Indica a forma de operar e programar no modo T.

GENERALIDADES

1

O CNC pode programar-se tanto na máquina desde o painel frontal como desde periféricos exteriores (leitor de fita, leitor/gravador de tiras magnéticas, computador, etc.). A capacidade de memória disponível pelo usuário para a realização dos programas de usinagem é de 1 Mbyte.

Os programas de usinagem e os valores das tabelas que possui o CNC podem ser introduzidos desde o painel frontal, desde um computador (DNC) ou desde um periférico.

Introdução de programas e tabelas desde o painel frontal.

Depois de selecionado o modo de edição ou a tabela desejada, o CNC permitirá realizar a introdução de dados desde o teclado.

Introdução de programas e tabelas desde um computador (DNC) ou Periférico.

O CNC permite realizar o intercâmbio de informação com um computador ou periférico, utilizando para isso a linha serial RS232C.

Se o controle da referida comunicação se realiza desde o CNC, é necessário selecionar previamente a tabela correspondente ou o diretório de programas de usinagem (utilidades), com o qual se deseja realizar a comunicação.

Dependendo do tipo de comunicação desejado, se deverá personalizar o parâmetro de máquina das linhas serial "PROTOCOL".

"PROTOCOL" = 0 Se a comunicação se realiza com um periférico.

"PROTOCOL" = 1 Se a comunicação se realiza via DNC.

1.1 Programas de usinagem

Os diferentes modos de operação se encontram descritos no manual de operação. Para obter mais informação, consulte o referido manual.

Edição dum programa de usinagem

Para criar um programa de usinagem tem que acessar ao modo de operação –Editar–.

O novo programa de usinagem editado se armazena na memória RAM do CNC. É possível guardar uma cópia dos programas de usinagem num PC conectado através da linha serial.

Para transmitir um programa a um PC conectado através da linha serial, o processo é o seguinte:

1. Executar no PC a aplicação"*Fagor50.exe*" ou "*WinDNC.exe*".
2. Ativar a comunicação DNC no CNC.
3. Seleção do diretório de trabalho no CNC. A seleção se realiza desde o modo de operação –Utilidades–, opção Diretório \L. Série \Mudar o diretório.

O modo de operação –Editar– também permite modificar os programas de usinagem que há na memória RAM do CNC. Se se deseja modificar um programa armazenado num PC há que copiá-lo previamente à memória RAM.

Execução e simulação dum programa de usinagem

Se podem executar ou simular programas de usinagem armazenados em qualquer sitio. A simulação se realiza desde o modo de operação –Simular– enquanto que a execução se realiza desde o modo de operação –Automático–.

Na hora de executar ou simular um programa de usinagem deve-se levar em consideração os seguintes pontos:

- Somente se podem executar sub-rotinas existentes na memória RAM do CNC. Por isso, quando se deseja executar uma sub-rotina armazenada num PC se deve copiá-la na memória RAM do CNC.
- As instruções GOTO e RPT não podem ser utilizadas em programas que se executam desde um PC conectado, através de uma das linhas serial.
- Desde um programa de usinagem em execução se pode executar, mediante a instrução EXEC, qualquer outro programa de usinagem situado na memória RAM ou num PC.

Os programas de personalização do usuário devem estar na memória RAM para que o CNC os execute.

Modo de operação –Utilidades–

O modo de operação –Utilidades– permite, além de ver o diretório de programas de usinagem de todos os dispositivos, efetuar cópias, apagar, dar novo nome e incluso fixar as proteções de qualquer um deles.

Operações que se podem efetuar com programas de usinagem.

	RAM	DNC
Consultar o diretório de programas de ...	Sim	Sim
Consultar o diretório de sub-rotinas de ...	Sim	Não
Criar diretório de trabalho de ...	Não	Não
Mudar diretório de trabalho de ...	Não	Sim
Editar um programa de ...	Sim	Não
Modificar um programa de ...	Sim	Não
Apagar um programa de ...	Sim	Sim
Copiar de/a memória RAM a/de ...	Sim	Sim
Copiar de/a DNC a/de ...	Sim	Sim
Mudar o nome a um programa de ...	Sim	Não
Mudar o comentário a um programa de ...	Sim	Não
Mudar o comentário a um programa de ...	Sim	Não
Executar um programa de usinagem de ...	Sim	Sim
Executar um programa de usuário de ...	Sim	Não
Executar um programa de PLC de ...	Sim	Não
Executar programas com instruções GOTO ou RPT desde ...	Sim	Não
Executar sub-rotinas existentes em ...	Sim	Não
Executar programas, com a instrução EXEC, em RAM desde...	Sim	Sim
Executar programas, com a instrução EXEC, em DNC desde...	Sim	Não
Executar programas, com a instrução OPEN, em RAM desde...	Sim	Sim
Executar programas, com a instrução OPEN, em DNC desde...	Sim	Não

(*) Se não está na memória RAM, gera código executável em RAM e o executa.

1.2 Conexão DNC

O CNC possui, como função, a possibilidade de trabalhar com DNC (Controle Numérico Distribuído), permitindo a comunicação entre o CNC e um computador, para realizar as seguintes funções.

- Ordens de diretório e apagado.
- Transferência de programas e tabelas entre o CNC e um computador.
- Controle remoto da máquina.
- Capacidade de supervisão do estado de sistemas avançados de DNC.

1.3 Protocolo de comunicação via DNC ou periférico

Esta comunicação permite que as ordens de transferência de programas e tabelas, assim como o controle dos diretórios tanto do CNC como do computador (para copiado de programas, apagado de programas, etc.), possa realizar-se indistintamente desde o CNC ou desde o computador.

Quando se deseja realizar uma transferência de arquivos é necessário seguir o seguinte protocolo:

- Se empregará como começo de arquivo o símbolo "%", seguido opcionalmente do comentário de programa, que poderá ter até 20 caracteres.

  Em seguida e separado por uma vírgula ",", indicar-se-ão as proteções que estão atribuídas no referido arquivo, leitura, escritura, etc. Estas proteções serão opcionais, não sendo obrigatória a sua programação.

  Para finalizar o cabeçalho do arquivo, se deverá enviar separado por uma vírgula "," do anterior, o caracter RT (RETURN) ou LF (LINE FEED).

  Exemplo: %Fagor Automation, MX, RT

- Depois do cabeçalho, se programarão os blocos do arquivo. Todos eles se encontrarão programados conforme as normas de programação que se indicam neste manual. Depois de cada bloco e para separá-lo do seguinte, se utilizará o caractere RT (RETURN) ou LF (LINE FEED).

  Exemplo: N20 G90 G01 X100 Y200 F2000 LF
(RPT N10, N20) N3 LF

Se a comunicação se realiza com um periférico, será necessário enviar o comando de final de arquivo. O referido comando se selecionará mediante o parâmetro de máquina das linhas serial "EOFCHR", podendo ser um dos caracteres seguintes.

ESC	ESCAPE
EOT	END OF TRANSMISSION
SUB	SUBSTITUTE
EXT	END OF TRANSMISSION

CONSTRUÇÃO DE UM PROGRAMA

2

Um programa de controle numérico é constituído por um conjunto de blocos ou instruções. Estes blocos ou instruções estão formados por palavras compostas de letras maiúsculas e formato numérico.

O formato numérico que possui o CNC consta do seguinte.

- Os sinais. (ponto), + (mais), - (menos).
- As cifras 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

A programação admite espaços entre letras, números e sinal, assim como prescindir do formato numérico se tivera valor zero ou do sinal se fora positivo.

O formato numérico de uma palavra pode ser substituído por um parâmetro aritmético na programação. Mais tarde, durante a execução básica, o controle substituirá o parâmetro aritmético pelo seu valor. Por exemplo, quando se programou XP3, o CNC substituirá durante a execução P3 pelo seu valor numérico, obtendo resultados como X20, X20.567, X-0.003, etc

2.1 Estrutura de um programa no CNC

Todos os blocos que compõem o programa terão a seguinte estrutura:

Cabeçalho de bloco + bloco de programa + final de bloco

2.1.1 Cabeçalho de bloco

O cabeçalho de um bloco, que é opcional, poderá estar formada por uma ou várias condições de salto de bloco e pela etiqueta ou número de bloco. Ambas devem ser programadas nesta ordem.

Condição de salto de bloco. "/", "/1", "/2", "/3".

Estas três condições de salto de bloco, considerando que "/" e "/1" são equivalentes, serão governadas pelas marcas BLKSKIP1, BLKSKIP2 e BLKSKIP3 do PLC. Se alguma destas marcas se encontra ativa, o CNC não executará o bloco ou blocos nos que há sido programada, continuando a execução no bloco seguinte.

Se pode programar até 3 condições de salto num só bloco, que se valorarão uma a uma, respeitando-se a ordem na que foram programadas.

O controle vai lendo 20 blocos por diante do que se está executando, para poder calcular com antecipação a trajetória a percorrer. A condição de salto de bloco se analisará no momento em que se lê o bloco, isto é, 20 blocos antes da sua execução.

Quando se deseja que a condição de salto de bloco se analise no momento da execução, é necessário interromper a preparação de blocos, programando para isso a função G4 no bloco anterior.

Etiqueta ou número de bloco N(0-9999).

Serve para identificar o bloco, utilizando-se somente quando se realizam referências ou saltos a bloco. Se representarão com a letra "N" seguida de até 4 cifras (0-9999).

Não é necessário seguir nenhuma ordem e se permitem números salteados. Se num mesmo programa existem dois ou mais blocos com o mesmo número de etiqueta, o CNC tomará sempre a primeira delas.

Mesmo que não é necessária a sua programação, o CNC permite mediante uma softkey a programação automática de etiquetas, podendo o programador seleccionar o número inicial e o passo entre elas.

2.1.2 Bloco de programa

Estará escrito com comandos em linguagem ISO ou com comandos em linguagem de alto nível. Para a elaboração de um programa se utilizarão blocos escritos numa ou outra linguagem, devendo estar cada bloco redigido com comandos de uma única linguagem.

Linguagem ISO.

Está desenhado, especialmente, para controlar o movimento dos eixos, já que proporciona informação e condições de deslocamento e indicações sobre o avanço. Possui os seguintes tipos de funções.

- Funções preparatórias de movimentos, que servem para determinar a geometria e condições de trabalho, como interpolações lineares, circulares, rosqueamentos, etc.
- Funções de controle de avanços dos eixos e de velocidades do eixo-árvore.
- Funções de controle de ferramentas.
- Funções complementares, que contêm indicações tecnológicas.

Linguagem alto nivel.

Permite acessar a variáveis de propósito geral, assim como a tabelas e variáveis do sistema.

Proporciona ao usuário um conjunto de instruções de controle que se assemelham à terminologia utilizada por outras linguagens, como IF, GOTO, CALL, etc. Da mesma maneira, permite utilizar qualquer tipo de expressão, aritmética, relacional ou lógica.

Também possui instruções para a construção de voltas, assim como de sub-rotinas com variáveis locais. Se entende por variável local aquela variável que somente é conhecida pela sub-rotina na que foi definida.

Além disso, permite criar livrarias, agrupando sub-rotinas, com funções úteis e já provadas, podendo ser estas acessadas desde qualquer programa.

2.1.3 final de bloco

O final de um bloco, é opcional, e poderá estar formado pelo indicativo de número de repetições do bloco e pelo comentário do bloco. Ambas devem ser programadas nesta ordem.

Número de repetições do bloco. N(0-9999)

Indica o número de vezes que se repetirá a execução do bloco. O número de repetições se representará com a letra "N" seguida de até 4 cifras (0-9999). Quando se programa NÃ0 não se realizará a usinagem ativa, executando-se somente o deslocamento programado no bloco.

Somente se poderão repetir os blocos de deslocamento que no momento da sua execução se encontrem sob a influência de um ciclo fixo ou de uma sub-rotina modal. Nestes casos, o CNC executará o deslocamento programado, assim como a usinagem ativa (ciclo fixo ou sub-rotina modal), e o número de vezes indicado.

Comentário do bloco

O CNC permite associar a todos os blocos qualquer tipo de informação a título de comentário. O comentário se programará ao final do bloco, devendo começar pelo caractere ";" (ponto e vírgula).

Se um bloco começa por ";" todo ele se considerará um comentário e não se executará.

Não se admitem blocos vazios, no mínimo devem levar um comentário

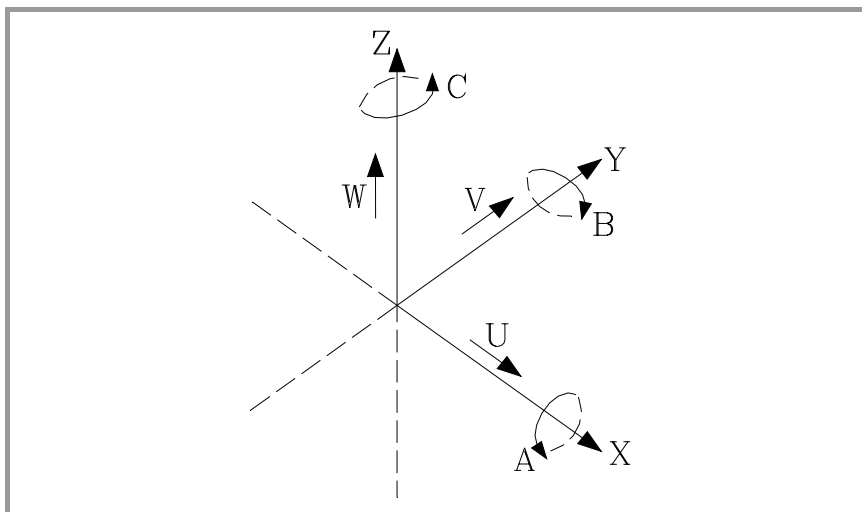
EIXOS E SISTEMAS DE COORDENADAS

3

Em virtude de que o objetivo de Controle Numérico é controlar o movimento e posicionamento dos eixos, será necessário determinar a posição do ponto a ser atingido por meio das suas coordenadas.

O CNC permite fazer uso de coordenadas absolutas e de coordenadas relativas ou incrementais, ao longo dum mesmo programa.

3.1 Nomenclatura dos eixos

Os eixos se denominam conforme a norma DIN 66217.

Características do sistema de eixos:

X e Y	movimentos principais de avanço no plano de trabalho principal da máquina.
Z	paralelo ao eixo principal da máquina, perpendicular ao plano principal XY.
U, V, W	eixos auxiliares paralelos aos X, Y, Z, respectivamente.
A, B, C	Eixos rotativos sobre cada um dos eixos X, Y, Z.

Na figura seguinte, se mostra um exemplo da denominação dos eixos numa máquina fresadora-perfiladora de mesa inclinada.

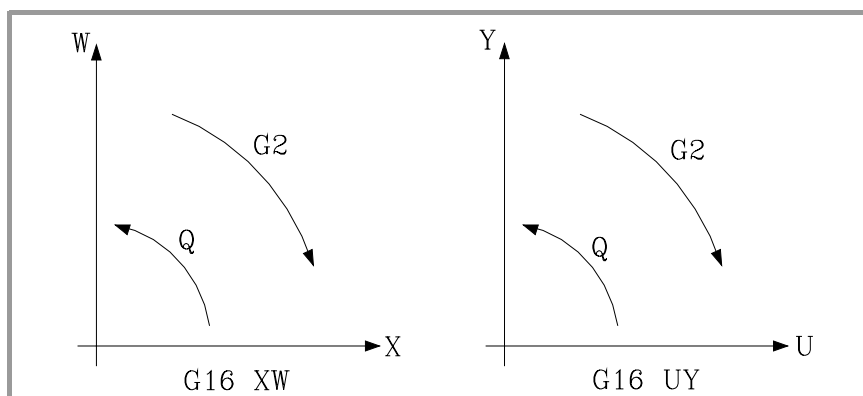
3.2 Seleção de planos (G16, G17, G18, G19)

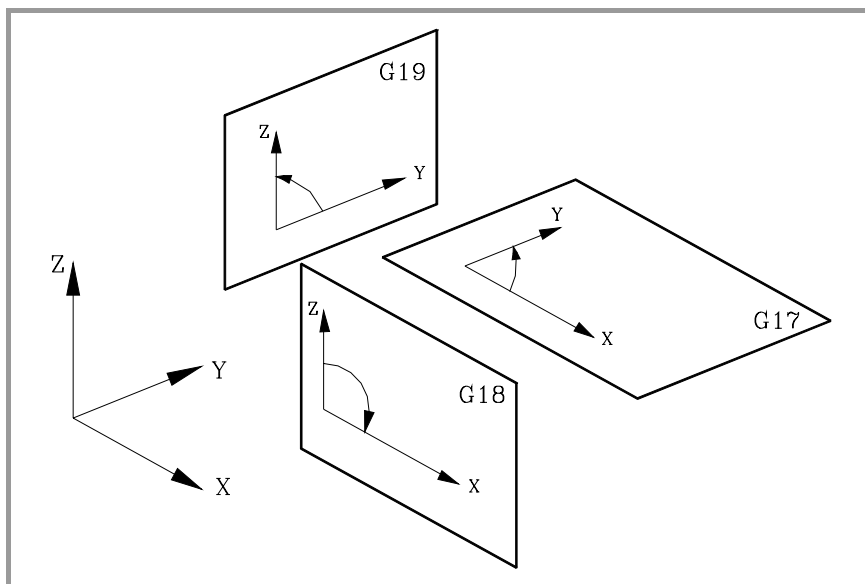
Se empregará a seleção de plano quando se realizem:

- Interpolações circulares.
- Arredondamento controlado de arestas.
- Entrada e Saída tangencial.
- Chanfrado.
- Programação de cotas em coordenadas polares.
- Ciclos fixos de usinagem.
- Rotação do sistema de coordenadas.
- Compensação do raio da ferramenta.
- Compensação do comprimento da ferramenta.

As funções "G" que permitem selecionar os planos de trabalho são as seguintes:

G16 eixo1 eixo2 eixo3. Permite selecionar o plano de trabalho desejado, assim como o sentido de G02 G03 (interpolação circular), programando-se como eixo1 o eixo de abcissas e como eixo2 o de ordenadas.

O eixo3 é o eixo longitudinal sobre o qual se compensa a longitude da ferramenta.

G17.	Seleciona o plano XY
G18.	Seleciona o plano ZX
G19.	Seleciona o plano YZ

As funções G16, G17, G18 e G19 são modais e incompatíveis entre si, se deve programar a função G16 em solitário dentro de um bloco.

As funções G17, G18 e G19 definem dois dos três eixos principais X, Y, Z, como pertencentes ao plano de trabalho, e o outro como eixo perpendicular ao mesmo.

Ao realizar-se a compensação de raio sobre o plano de trabalho e a compensação longitudinal sobre o eixo perpendicular, o CNC não permitirá as funções G17, G18 e G19 se algum dos eixos X, Y ou Z não está selecionado como eixo que controla o CNC.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como plano de trabalho o definido pelo parâmetro de máquina geral "IPLANE".

3.3 Dimensão da peça. Milímetros (G71) ou polegadas (G70)

O CNC admite que as unidades de medida possam introduzir-se no momento da programação, tanto em milímetros como em polegadas.

Possui parâmetro de máquina geral "INCHES", para definir as unidades de medida do CNC.

Não obstante, estas unidades de medida podem ser alteradas ao longo do programa, dispondo para isso das funções:

- G70. Programação em polegadas.
- G71. Programação em milímetros.

Conforme se tenha programado G70 ou G71, o CNC assume o referido sistema de unidades para todos os blocos programados a seguir.

As funções G70/G71 são modais e incompatíveis entre si.

O CNC permite programar cifras desde 0.0001 até 99999.9999 com e sem sinal, trabalhando em milímetros (G71), o que se denominará formato ±5.4, ou então, desde 0.00001 até 3937.00787 com e sem sinal, se se programa em polegadas (G70), o que se denominará formato ±4.5.

Entretanto, e para simplificar as explicações, se dirá que o CNC admite formato ±5.5, indicando com isso que em milímetros admite ±5.4 e em polegadas ±4.5.

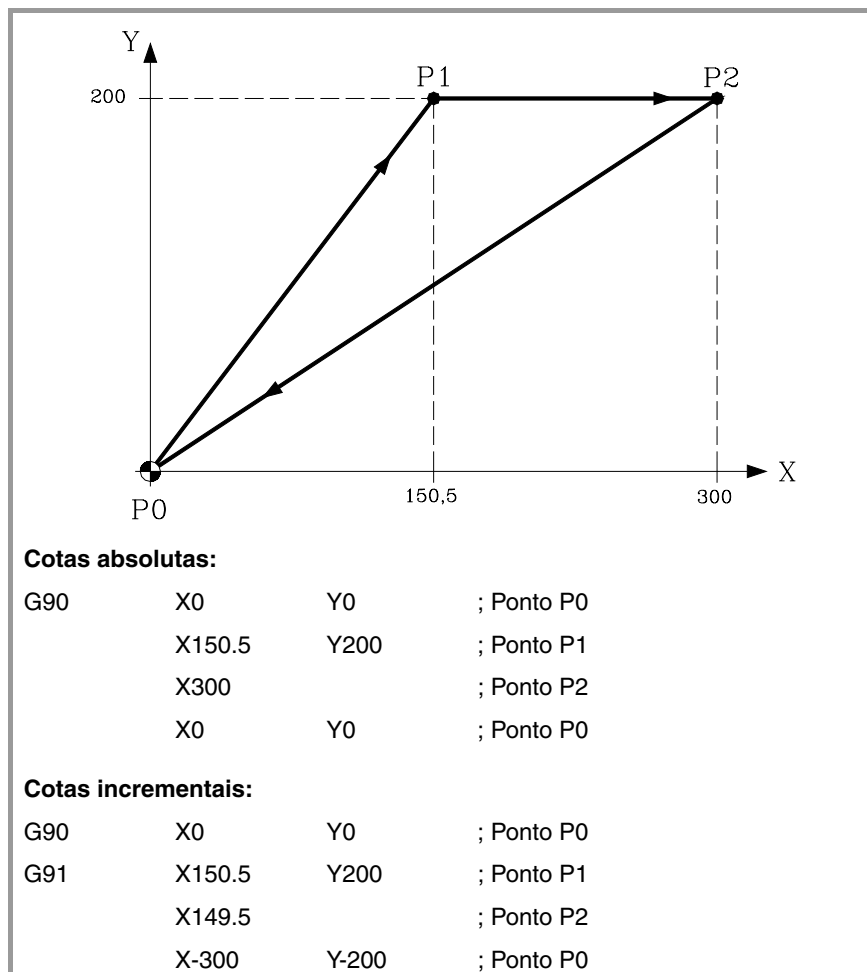
No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como sistema de unidades o definido pelo parâmetro de máquina geral "INCHES".

3.4 Programação absoluta/incremental (G90, G91)

O CNC admite que a programação das coordenadas de um ponto, se realize, tanto em coordenadas absolutas G90, como em coordenadas incrementais G91.

Quando se trabalha em coordenadas absolutas (G90), as coordenadas do ponto, são referidas a um ponto de origem de coordenadas estabelecido, que freqüentemente é o ponto de origem da peça.

Quando se trabalha em coordenadas incrementais (G91), o valor numérico programado corresponde à informação de deslocamento do caminho a percorrer desde o ponto no qual está situada a ferramenta nesse momento. O sinal anteposto indica a direção de deslocamento.

As funções G90/G91 são modais e incompatíveis entre si.

Cotas absolutas:

```
G90    X0        Y0      ; Ponto P0
       X150.5    Y200    ; Ponto P1
       X300              ; Ponto P2
       X0        Y0      ; Ponto P0
```

Cotas incrementais:

```
G90    X0        Y0      ; Ponto P0
G91    X150.5    Y200    ; Ponto P1
       X149.5            ; Ponto P2
       X-300     Y-200   ; Ponto P0
```

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá G90 ou G91 conforme se tenha definido pelo parâmetro de máquina geral "ISYSTEM".

3.5 Programação de cotas

O CNC permite selecionar até 7 eixos dentre os 9 possíveis eixos X, Y, Z, U, V, W, A, B, C.

Cada um deles poderá ser linear, linear de posicionamento, rotativo normal, rotativo de posicionamento ou rotativo com dentado hirth posicionamento em graus inteiros, conforme se especifique no parâmetro de máquina de cada eixo "AXISTYPE".

Com o objetivo de selecionar em cada momento o sistema de programação de cotas mais adequado, o CNC possui os seguintes tipos:

- Coordenadas cartesianas
- Coordenadas polares
- Coordenadas cilíndricas
- Ângulo e uma coordenada cartesiana

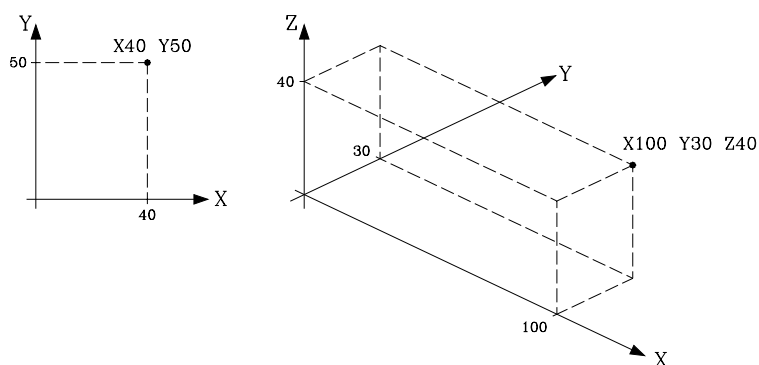
3.5.1 Coordenadas cartesianas

O Sistema de Coordenadas Cartesianas está definido por dois eixos no plano, e por três ou mais eixos no espaço.

A origem de todos eles, que no caso dos eixos X Y Z coincide com o ponto de interseção, se denomina Origem Cartesiano ou Ponto Zero do Sistema de Coordenadas.

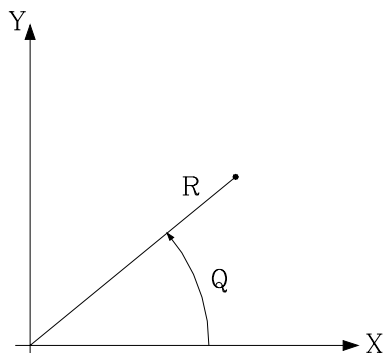
A posição dos diferentes pontos da máquina se expressa mediante as cotas dos eixos, com dois, três, quatro ou cinco coordenadas.

As cotas dos eixos se programam mediante a letra do eixo (X, Y, Z, U, V, W, A, B, C, sempre nesta ordem) e seguida do valor da cota.

Os valores das cotas serão absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando no G90 ou G91, e o seu formato de programação será ±5.5

3.5.2 Coordenadas polares

Em caso de existir elementos circulares ou dimensões angulares, as coordenadas dos diferentes pontos no plano (2 eixos, ao mesmo tempo) pode resultar mais conveniente expressá-los em Coordenadas polares.

O ponto de referência se denomina Origem Polar e será a origem do Sistema de Coordenadas Polares.

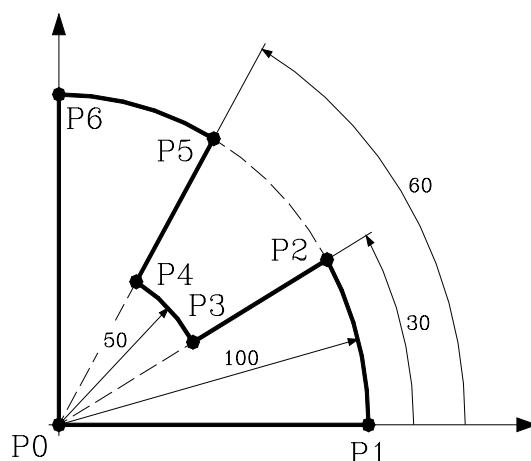
Um ponto no referido sistema virá definido por:

- O RAIO (R) que será a distância entre o origem polar e o ponto.
- O ÁNGULO (Q) que será formado pelo eixo de abcissas e a linha que une a origem polar com o ponto. (Em graus).

Quando se trabalha em G90 os valores de R e Q serão cotas absolutas e o seu formato de programação é R5.5 Q±5.5. O valor atribuído ao raio deve ser sempre positivo.

Quando se trabalha em G91 os valores de R e Q serão cotas absolutas e o seu formato de programação é R5.5 Q±5.5.

Mesmo que se permite programar valores negativos de R quando se programa em cotas incrementais, o valor resultante que lhe for atribuído ao raio deve ser sempre positivo.

Se se programa um valor de Q superior a 360º, se tomará o módulo depois de ser dividido entre 360. Desta maneira, Q420 é o mesmo que Q60, e Q-420 é o mesmo que Q-60.

Exemplo de programação supondo a Origem Polar situada na Origem de Coordenadas.

Cotas absolutas:

G90	X0	Y0	; Ponto P0
G01	R100	Q0	; Ponto P1, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P2, em arco (G03)
G01	R50	Q30	; Ponto P3, em linha reta (G01)
G03		Q60	; Ponto P4, em arco (G03)
G01	R100	Q60	; Ponto P5, em linha reta (G01)
G03		Q90	; Ponto P6, em arco (G03)
G01	R0	Q90	; Ponto P0, em linha reta (G01)

Cotas incrementais:

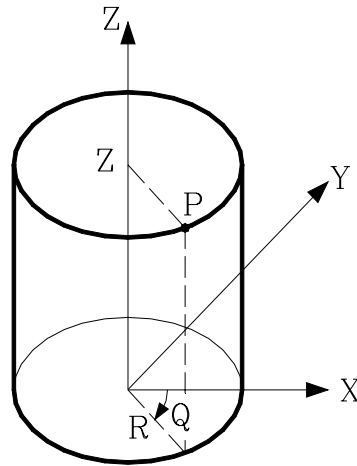
G90	X0	Y0	; Ponto P0
G91 G01	R100	Q0	; Ponto P1, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P2, em arco (G03)
G01	R-50	Q0	; Ponto P3, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P4, em arco (G03)
G01	R50	Q0	; Ponto P5, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P6, em arco (G03)
G01	R-100	Q0	; Ponto P0, em linha reta (G01)

A origem polar, além de se poder pré- selecionar mediante a função G93, que se verá mais adiante, pode ser modificada nos seguintes casos:

- No momento da ligação, depois de M02, M30, EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como origem polar a origem de coordenadas do plano de trabalho definido pelo parâmetro de máquina geral "IPLANE".
- Cada vez que se mude de plano de trabalho (G16, G17, G18 ou G19) o CNC assume como origem polar a origem de coordenadas do novo plano de trabalho selecionado.
- Ao executar uma interpolação circular (G02 ou G03), e se o parâmetro de máquina geral "PORGMOVE" tem o valor 1, o centro do arco passará a ser a nova origem polar.

3.5.3 Coordenadas cilíndricas

Para definir um ponto no espaço pode utilizar-se além do sistema de coordenadas cartesianas o sistema de coordenadas cilíndricas.

Um ponto no referido sistema virá definido por:

A projeção do referido ponto sobre o plano principal, que se deverá definir em coordenadas polares (R Q).

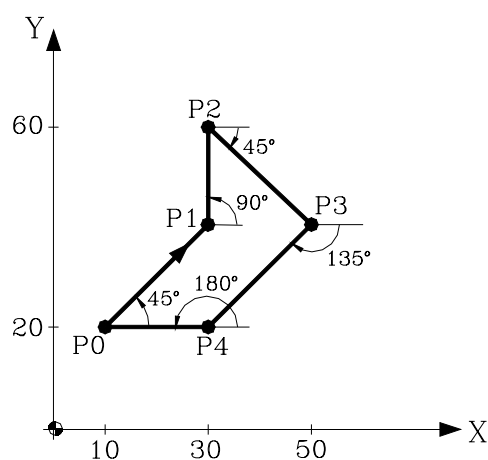
Resto dos eixos em coordenadas cartesianas.

Exemplos:

```
R30 Q10 Z100
R20 Q45 Z10 V30 A20
```

3.5.4 Ângulo e uma coordenada cartesiana

No plano principal se pode definir um ponto mediante uma das suas coordenadas cartesianas e o ângulo de saída da trajetória do ponto anterior.

Exemplo de programação supondo que o plano principal é o plano XY:

X10	Y20	; Ponto P0, ponto de partida
Q45	X30	; Ponto P1
Q90	Y60	; Ponto P2
Q-45	X50	; Ponto P3
Q-135	Y20	; Ponto P4
Q180	X10	; Ponto P0

Se se deseja representar um ponto no espaço, o resto de coordenadas poderão programar-se, em coordenadas cartesianas.

3.6 Eixos rotativos

Os eixos rotativos disponíveis são:

Eixo rotativo normal.

Eixo rotativo de somente posicionamento.

Eixo rotativo hirth.

Além disso, cada um deles se sub-divide em:

Rollover	Quando a sua visualização se realiza entre 0º e 360º.
No Rollover	Quando a visualização pode efetuar-se entre -99999º e 99999º.

Todos eles se programam em graus, por isso que as suas cotas não se verão afetadas pela mudança de unidades milímetros/polegadas.

Eixos rotativos normais

São aqueles que pode interpolar com eixos lineais.

Deslocamento: Em G00 e G01

Programação eixo Rollover.

G90	O sinal indica o sentido de rotação e a cota, a posição final (entre 0 e 359.9999).
G91	O sinal indica o sentido de rotação. Se o deslocamento programado é superior a 360°, o eixo dará mais de uma volta antes de posicionar-se no ponto desejado.

Programação eixo No Rollover.

Em G90 e G91 como um eixo linear.

Eixo rotativo de somente posicionamento

Não podem interpolar com eixos lineais.

Deslocamento: Sempre em G00 e não admitem compensação de raio (G41, G42).

Programação eixo Rollover.

G90	Sempre positivo e pelo caminho mais curto. Cota final entre 0 e 359.9999
G91	O sinal indica o sentido de rotação. Se o deslocamento programado é superior a 360°, o eixo dará mais de uma volta antes de posicionar-se no ponto desejado.

Programação eixo No Rollover.

Em G90 e G91 como um eixo linear.

Eixo rotativo hirth

O seu funcionamento e programação é similar ao dos eixos rotativos de somente posicionamento, com a ressalva de que os eixos rotativos hirth não admitem cifras decimais, devendo selecionar-se somente posições inteiras.

O CNC permite possuir mais de um eixo hirth mas não admite deslocamentos nos quais intervenham mais de um eixo hirth ao mesmo tempo.

3.7 Zona de trabalho

O CNC permite possuir quatro zonas ou áreas de trabalho, assim como, limitar o movimento da ferramenta em cada uma delas.

3.7.1 Definição das zonas de trabalho

Dentro de cada zona de trabalho, o CNC permite limitar o movimento da ferramenta em cada um dos eixos, definindo-se os limites superior e inferior em cada eixo.

G20: Define os limites inferiores da área desejada.

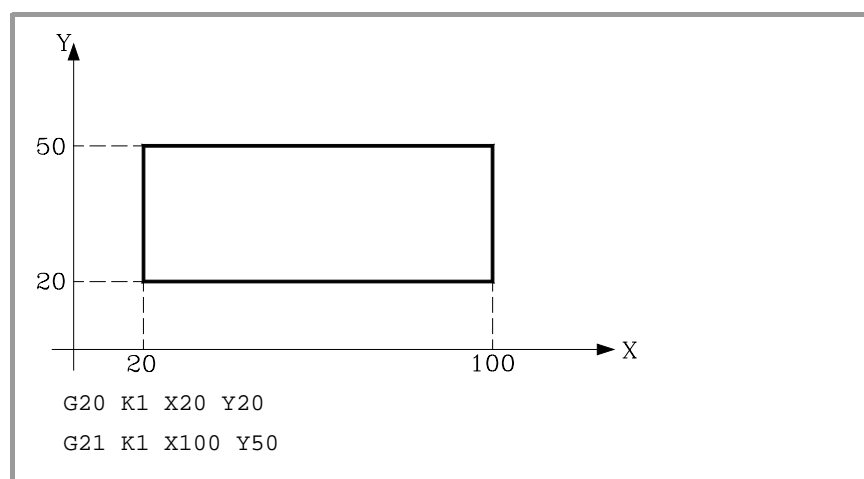
G21: Define os limites superiores da área desejada.

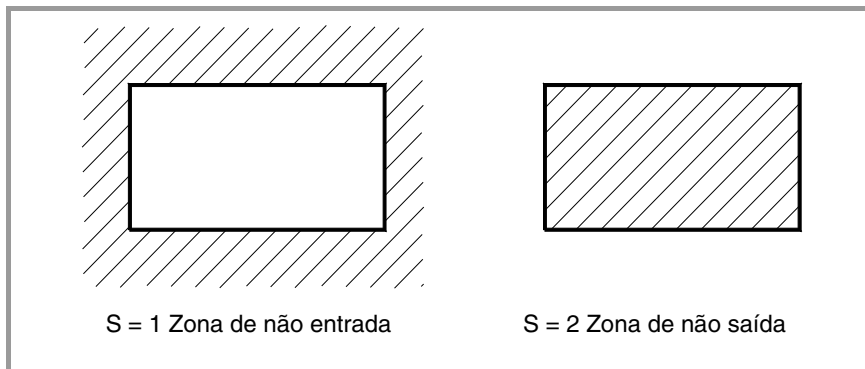
O formato de programação destas funções é:

```
G20 K X...C±5.5
G21 K X...C±5.5
```

Onde:

K	Indica a zona de trabalho sobre a qual se deseja definir (1, 2, 3 ou 4)
X...C	Indicam as cotas (superiores ou inferiores) com as que se desejam limitar os eixos. Estas cotas estarão programadas com respeito ao zero máquina.

Não será necessário programar todos os eixos, por isso se limitarão somente os eixos definidos.

3.7.2 Utilização das zonas de trabalho

Dentro de cada zona ou área de trabalho, o CNC permite restringir o movimento da ferramenta, quer proibindo-lhe sair da área programada (zona de não saída), ou então, proibindo-lhe a entrada na área programada (zona de não entrada).

O CNC levará em consideração, a todo o momento, as dimensões da ferramenta (tabela de corretores), para evitar que esta ultrapasse os limites programados.

A personalização das zonas de trabalho se realiza mediante a função G22, sendo o seu formato de programação:

```
G22 K S
```

Onde:

K Indica a zona de trabalho sobre a qual se deseja personalizar (1, 2, 3 ou 4)

S Indica a habilitação-inabilitação da zona de trabalho.

S = 0 se desabilita.
S = 1 se habilita como zona de não entrada.
S = 1 se habilita como zona de não saída.

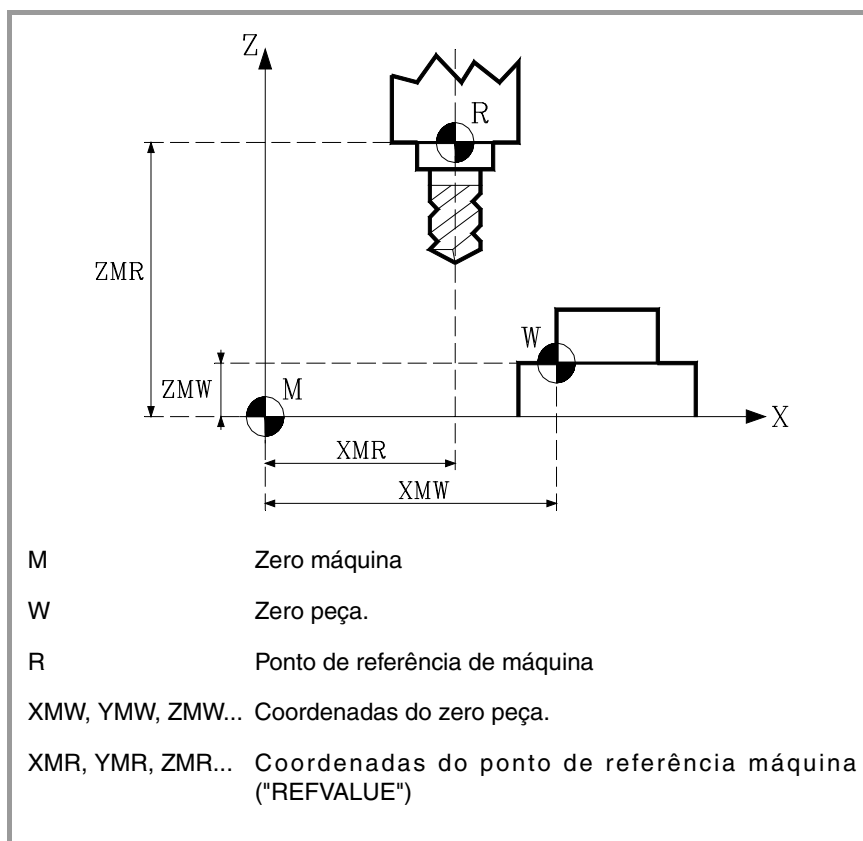
No momento da ligação, o CNC desabilita todas as zonas de trabalho, entretanto, os limites superior e inferior das referidas zonas não sofrerão nenhuma variação, podendo voltar a habilitar-se com a função G22.

SISTEMAS DE REFERÊNCIA

4

4.1 Pontos de referência

Uma máquina dirigida por controle numérico, necessita ter definidos os seguintes pontos de origem e de referência:

- Zero máquina ou ponto de origem da máquina. É determinado pelo construtor, como a origem do sistema de coordenadas da máquina.
- Zero peça ou ponto de origem da peça. É o ponto de origem que se fixa para a programação das medidas da peça, pode ser escolhido livremente pelo programador e a sua referência com o zero máquina se fixa mediante o deslocamento de origem.
- Ponto de referência. É um ponto da máquina determinado pelo fabricante sobre o qual se realiza a sincronização do sistema. O controle se posiciona sobre este ponto, em lugar de deslocar-se até à origem da máquina, tomando então, as cotas de referência que estão definidas mediante o parâmetro de máquina dos eixos "REFVALUE".

M	Zero máquina
W	Zero peça.
R	Ponto de referência de máquina
XMW, YMW, ZMW...	Coordenadas do zero peça.
XMR, YMR, ZMR...	Coordenadas do ponto de referência máquina ("REFVALUE")

4.2 Busca de referência de máquina (G74)

O CNC permite programar a busca de referência de máquina de duas formas diferentes:

- Busca de referência de máquina de um ou mais eixos numa ordem determinado.

  Se programará G74 seguido dos eixos nos quais se deseja que se realize a busca de referência. Por exemplo: G74 X Z.

  O CNC começará o deslocamento de todos os eixos selecionados que possuam micro de referência de máquina (parâmetro de máquina de eixos "DECINPUT"), e no sentido indicado pelo parâmetro de máquina de eixos "REFDIREC".

  Este deslocamento se realiza conforme o avanço indicado no parâmetro de máquina dos eixos "REFEED1", até que se pressione o micro.

  Em seguida começará a busca de referência de máquina de todos os eixos e na ordem na qual foram programados.

  Este novo deslocamento se realizará eixo a eixo, conforme o avanço indicado no parâmetro de máquina dos eixos "REFEED2", até que se atinja o ponto de referência de máquina.

- Busca de referência de máquina utilizando a sub-rotina associada.

  Se programará a função G74 só no bloco e o CNC executará de maneira automática a sub-rotina cujo número esteja indicado no parâmetro de máquina geral "REFPSUB", podendo-se programar na referida sub-rotina as buscas de referência de máquina desejadas e na ordem desejada.

Num bloco no qual foi programado G74 não poderá aparecer nenhuma outra função preparatória.

Se a busca de referência de máquina se realiza em modo manual, se perderá o zero peça selecionado, visualizando-se as cotas do ponto de referência de máquina indicadas no parâmetro de máquina dos eixos "REFVALUE". No resto dos casos conservar-se-á o zero peça selecionado, pelo que as cotas visualizadas estarão referidas ao mencionado zero peça.

Se o comando G74 se executa em MDI a visualização de cotas dependerá do modo em que se execute o mesmo, Manual, Execução ou Simulação.

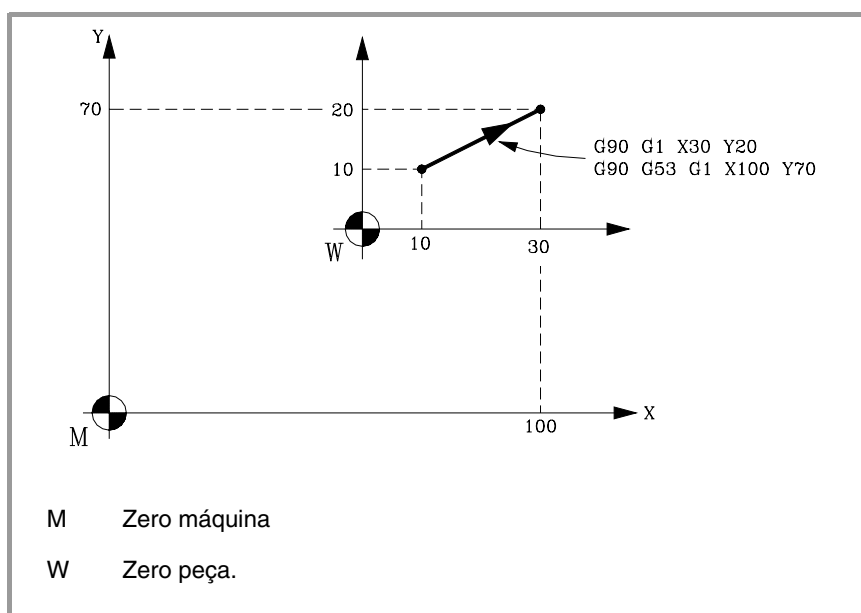
4.3 Programação com respeito ao zero máquina (G53)

A função G53 pode ser acrescentada a qualquer bloco que contenha funções de controle de trajetória.

Se usará somente quando se deseje programar as cotas do referido bloco com ao zero máquina, devendo expressar-se referidas cotas em milímetros ou polegadas, conforme esteja definido o parâmetro de máquina geral "INCHES".

Programando a função G53 sem informação de movimento se anula o deslocamento de origem ativo, tanto se provém da execução de G54-G59 como de uma pré-seleção (G92). A pré-seleção do deslocamento de origem se explica a seguir.

A função G53 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje indicar as cotas referidas ao zero máquina.

Esta função anula, temporariamente, a compensação do raio e o comprimento da ferramenta.

M Zero máquina

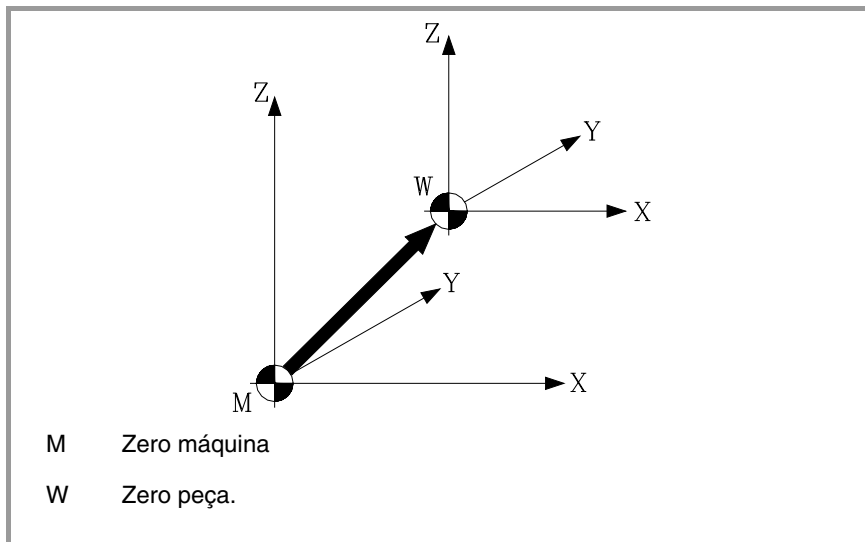
W Zero peça.

4.4 Visualização de cotas e deslocamentos de origem

O CNC permite realizar deslocamentos de origem com o objetivo de utilizar coordenadas relativas ao plano da peça, sem a necessidade de modificar as coordenadas dos diferentes pontos da peça na hora de programar.

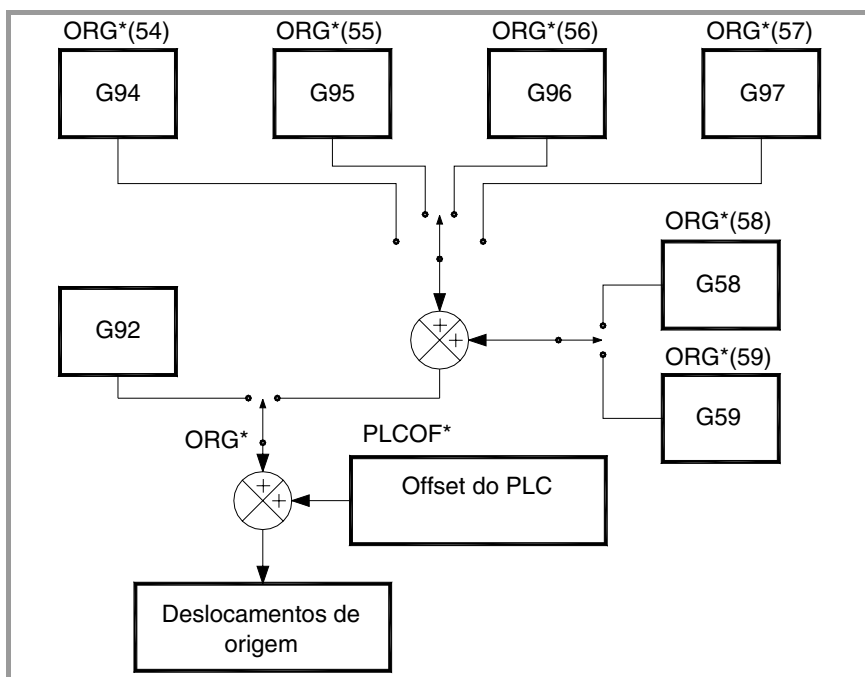
Se define como deslocamentos de origem, a distância entre o zero peça (ponto de origem da peça) e o zero máquina (ponto de origem da máquina).

M Zero máquina

W Zero peça.

Este deslocamentos de origem se podem realizar de duas maneiras:

- Mediante a função G92 (pré-seleção de cotas), aceitando o CNC as cotas dos eixos programados depois de G92, como novos valores dos eixos.
- Mediante a utilização de deslocamentos de origem (G54, G55, G56, G57, G58, G59) e aceitando o CNC como novo zero peça o ponto que se encontra situado, com respeito ao zero máquina à distância indicada pela tabela ou tabelas selecionadas.

Ambas as funções são modais e incompatíveis entre si, por isso, ao selecionar uma delas a outra fica desabilitada.

Existe, além disso, outro deslocamento de origem que governa o autômato, este deslocamento se acrescenta sempre ao deslocamento de origem selecionado e se utiliza entre outros para corrigir desvios produzidos por dilatações, etc.

4.4.1 Visualização de cotas e limitação do valor de S (G92)

Por meio da função G92 se pode pré-selecionar qualquer valor nos eixos do CNC, assim como limitar a máxima velocidade do eixo-árvore.

- Visualização de cotas.

  Ao realizar um deslocamento de origem mediante a função G92, o CNC assume as cotas dos eixos programados depois de G92, como novos valores dos eixos.

  No bloco em que se define G92, não se pode programar nenhuma outra função, sendo o formato de programação:

  ```
  G92 X...C ±5.5
  ```

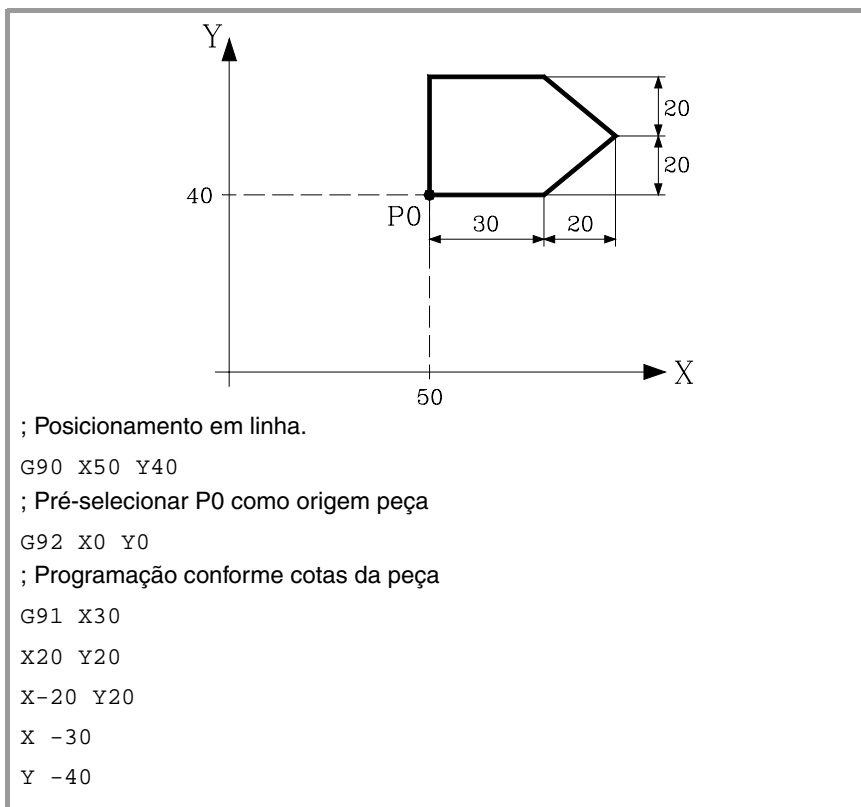
; Posicionamento em linha.

```
G90 X50 Y40
```

; Pré-selecionar P0 como origem peça

```
G92 X0 Y0
```

; Programação conforme cotas da peça

```
G91 X30
X20 Y20
X-20 Y20
X -30
Y -40
```

- Limitação da velocidade do eixo-árvore.

  Ao executar-se um bloco do tipo G92 S5.4 o CNC limita dai em diante a velocidade da árvore ao valor fixado mediante S5.4.

  Se, posteriormente, se quer executar um bloco com um S superior, o CNC executará o referido bloco com o S máxima fixada com a função G92 S.

  Também não se poderá superar esse máximo mediante as teclas do painel frontal.

4.4.2 Deslocamentos de origem (G54-G59).

O CNC possui uma tabela de deslocamentos de origem, na qual se podem selecionar vários deslocamentos de origem, com o objetivo de gerar determinados zeros peça, independentemente, do zero peça que nesse momento se encontre ativo.

O acesso à tabela se pode realizar desde o painel frontal do CNC, tal e como se explica no manual de Operação, ou então por programa, utilizando comandos em linguagem de alto nível.

Existem dois tipos de deslocamentos de origem:

- Deslocamentos de origem absolutos (G54, G55, G56 e G57), que devem estar referidos ao zero máquina.
- Deslocamentos de origem incrementais (G58-G59).

As funções G54, G55, G56, G57, G58 e G59, se programam sós num bloco, e funcionam da seguinte maneira.

Ao executar-se uma das funções G54, G55, G56 ou G57, o CNC aplica o deslocamento de origem programado sobre o zero máquina, anulando os possíveis deslocamentos que se encontravam ativos.

Quando se executa um dos deslocamentos incrementais G58 ou G59, o CNC acrescentará os seus valores ao deslocamento de origem absoluto que se encontre vigente nesse momento. Anulando previamente o possível deslocamento incremental que se encontre ativo.

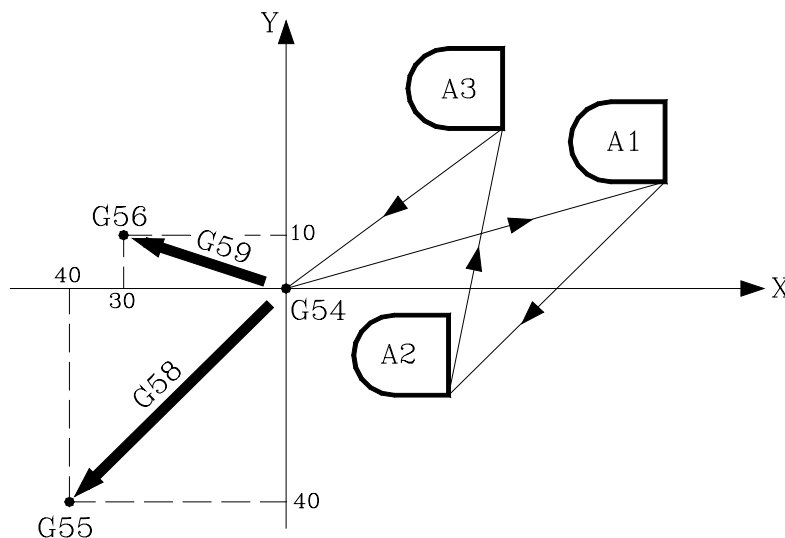
Observe-se, no seguinte exemplo, os deslocamentos de origem que se aplicam ao executar-se o programa:

G54	Aplica o deslocamento de origem G54	==> G54
G58	Acrescenta o deslocamento de origem G58	==> G54+G58
G59	Anula G58 e acrescenta G59	==> G54+G59
G55	Anula o que tivesse e aplica G55	==> G55

Depois de selecionado um deslocamento de origem, se manterá ativo até que se selecione outro ou até que se realize uma busca de referência de máquina (G74) em modo manual. O deslocamento de origem selecionado se mantém ativo incluso depois de um desliga-liga do CNC.

Este tipo de deslocamentos de origem fixados por programa, são muito úteis para a repetição de usinagens em diversas posições da máquina.

Exemplo: A tabela de deslocamentos de origem está inicializada com os seguintes valores:

G54:	X200	Y100
G55:	X160	Y 60
G56:	X170	Y110
G58:	X-40	Y-40
G59:	X-30	Y 10

Utilizando deslocamentos de origem absolutos:

G54	; Aplica o deslocamento G54
Execução do perfil	; Executa perfil A1
G55	; Aplica o deslocamento G55
Execução do perfil	; Executa perfil A2
G56	; Aplica o deslocamento G56
Execução do perfil	; Executa perfil A3

Utilizando deslocamentos de origem incrementais:

G54	; Aplica o deslocamento G54
Execução do perfil	; Executa perfil A1
G58	; Aplica os deslocamentos G54+G58
Execução do perfil	; Executa perfil A2
G59	; Aplica os deslocamentos G54+G59
Execução do perfil	; Executa perfil A3

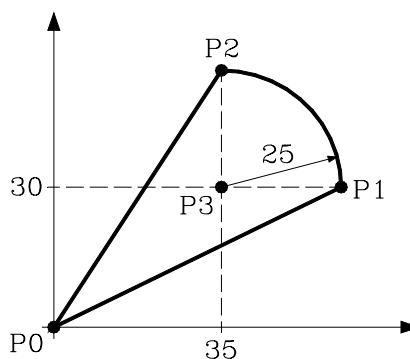
4.5 Pré-seleção da origem polar (G93)

A função G93 permite pré-selecionar qualquer ponto, do plano de trabalho, como nova origem de coordenadas polares.

Esta função se programa sozinha no bloco, sendo o seu formato de programação:

```
G93 I±5.5 J±5.5
```

Os parâmetros I e J definem a abcissa (I) e a ordenada (J) com respeito ao zero peça, em que se deseja situar a nova origem de coordenadas polares.

Exemplo, supondo que a ferramenta está em X0 Y0.

```
G93         I35   J30   ; Pré-selecionar P0 como origem peça.
G90   G01   R25   Q0    ; Ponto P1, em linha reta (G01).
      G03         Q90   ; Ponto P2, em arco (G03).
      G01   X0    Y0    ; Ponto P0, em linha reta (G01)
```

Se num bloco se programa somente G93, a origem polar passará a ser o ponto no qual se encontre a máquina, nesse momento.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como novo origem polar o zero peça que se encontra selecionado.

Quando se seleciona um novo plano de trabalho (G16, G17, G18, G19) o CNC aceita como nova origem polar o zero peça de referido plano.

i

O CNC não modifica a origem polar quando se define um novo zero peça, mas se modifica os valores das variáveis "PORGF" e "PORGS".

Se ao estar selecionado o parâmetro de máquina geral "PORGMOVE", se programa uma interpolação circular G02 ou G03, o CNC assumirá o centro do arco como nova origem polar.

PROGRAMAÇÃO CONFORME CÓDIGO ISO

5

Um bloco programado em linguagem ISO pode estar composto por:

- Funções preparatórias (G)
- Cotas dos eixos (X..C)
- Velocidade de avanço (F)
- Velocidade do eixo-árvore (S)
- Nº ferramenta (T)
- Nº corretor (D)
- Funções auxiliares (M)

Dentro de cada bloco tem que manter esta ordem, mesmo que não é necessário que cada bloco contenha todas as informações.

O CNC permite programar cifras desde 0.0001 até 99999.9999 com e sem sinal, trabalhando em milímetros (G71), o que se denominará formato ±5.4, ou então, desde 0.00001 até 3937.00787 com e sem sinal, se se programa em polegadas (G70), o que se denominará formato ±4.5.

Entretanto, e para simplificar as explicações, se dirá que o CNC admite formato ±5.5, indicando com isso que em milímetros admite ±5.4 e em polegadas ±4.5.

Também se pode programar num bloco qualquer função com parâmetros, exceto o número de etiqueta ou de bloco, de maneira que ao ser executado o mencionado bloco, o CNC substituirá o parâmetro aritmético pelo seu valor nesse momento.

5.1 Funções preparatórias

As funções preparatórias se programam mediante a letra G seguida de no máximo três cifras (G0 - G319).

Se programam sempre no começo do corpo do bloco e servem para determinar a geometria e condições de trabalho do CNC.

Tabela de funções G empregadas no CNC.

Função	M	D	V	Significado	Seção
G00	*	?	*	Posicionamento em rápido	6.1
G01	*	?	*	Interpolação linear	6.2
G02	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à direita	6.3 / 6.7
G03	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à esquerda	6.3 / 6.7
G04				Temporização/Detenção da preparação de blocos	7.1 / 7.2
G05	*	?	*	Arredondamento de aresta	7.3.2
G06			*	Centro de circunferência em coordenadas absolutas	6.4
G07	*	?		Aresta viva	7.3.1
G08			*	Circunferência tangente à trajetória anterior.	6.5
G09			*	Circunferência por três pontos	6.6
G10	*	*		Anulação de espelhamento	7.5
G11	*		*	Espelhamento em X	7.5
G12	*		*	Espelhamento em Y	7.5
G13	*		*	Espelhamento em Z	7.5
G14	*		*	Espelhamento nas direções programadas	7.5
G15	*		*	Seleção do eixo longitudinal	8.2
G16	*		*	Seleção plano principal por dois direções e eixo longitudinal	3.2
G17	*	?	*	Plano principal X-Y e longitudinal Z	3.2
G18	*	?	*	Plano principal Z-X e longitudinal Y	3.2
G19	*		*	Plano principal Y-Z e longitudinal X	3.2
G20				Definição limites inferiores zonas de trabalho	3.7.1
G21				Definição limites superiores zonas de trabalho	3.7.1
G22			*	Habilitação / inabilitação zonas de trabalho	3.7.2
G32	*		*	Avanço F como função inversa do tempo	6.15
G33	*		*	Rosqueamento eletrónico	6.12
G34				Rosqueamento de passo variável	6.13
G36			*	Arredondamento de arestas	6.10
G37			*	Entrada tangencial	6.8
G38			*	Saída tangencial	6.9
G39			*	Chanfrado	6.11
G40	*	*		Anulação de compensação radial	8.1
G41	*		*	Compensação radial ferramenta à esquerda	8.1
G41 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G42	*		*	Compensação radial ferramenta à direita	8.1
G42 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G43	*	?	*	Compensação longitudinal	8.2
G44	*	?		Anulação de compensação longitudinal	8.2
G50	*		*	Arredondamento de aresta controlada	7.3.3
G51	*		*	Look-Ahead	7.4
G52			*	Movimento contra batente	6.14
G53			*	Programação com respeito ao zero máquina	4.3
G54	*		*	Deslocamento de origem absoluto 1	4.4.2
G55	*		*	Deslocamento de origem absoluto 2	4.4.2
G56	*		*	Deslocamento de origem absoluto 3	4.4.2
G57	*		*	Deslocamento de origem absoluto 4	4.4.2
G58	*		*	Deslocamento de origem aditivo 1	4.4.2
G59	*		*	Deslocamento de origem aditivo 2	4.4.2
G60			*	Usinagem multíplice em linha reta	10.1
G61			*	Usinagem multíplice formando um paralelogramo	10.2
G62			*	Usinagem multíplice em malha	10.3
G63			*	Usinagem multíplice formando uma circunferência	10.4

Função	M	D	V	Significado	Seção
G64			*	Usinagem multíplice formando um arco	10.5
G65			*	Usinagem multíplice mediante uma corda de arco	10.6
G69	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo variável	9.6
G70	*	?	*	Programação em polegadas	3.3
G71	*	?		Programação em milímetros	3.3
G72	*		*	Fator de escala geral e particulares	7.6
G73	*		*	Rotação do sistema de coordenadas	7.7
G74			*	Busca de referência de máquina.	4.2
G75			*	Movimento com apalpador até tocar	11.1
G76			*	Movimento com apalpador até deixar de tocar	11.1
G79				Modificação de parâmetros de um ciclo fixo	9.2.1
G80	*	*		Anulação de ciclo fixo	9.3
G81	*		*	Ciclo fixo de furação	9.7
G82	*		*	Ciclo fixo de furação com temporização	9.8
G83	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo constante	9.9
G84	*		*	Ciclo fixo de rosqueamento com macho	9.10
G85	*		*	Ciclo fixo de escareado	9.11
G86	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G00	9.12
G87	*		*	Ciclo fixo do bolsão retangular	9.13
G88	*		*	Ciclo fixo do bolsão circular	9.14
G89	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G01	9.15
G90	*	?		Programação absoluta	3.4
G91	*	?	*	Programação incremental	3.4
G92				Pré-seleção de cotas / Limitação da velocidade do eixo-árvore	4.4.1
G93				Pré-seleção da origem polar	4.5
G94	*	?		Avanço em milímetros (polegadas) por minuto	5.2.1
G95	*	?	*	Avanço em milímetros (polegadas) por rotação	5.2.2
G96	*		*	Velocidade do ponto de corte constante	5.2.3
G97	*	*		Velocidade do centro da ferramenta constante.	5.2.4
G98	*	*		Volta plano de partida no final do ciclo fixo	9.5
G99	*		*	Volta plano de referência no final do ciclo fixo	9.5

A M significa MODAL, isto é, que uma vez programada, a função G permanece ativa enquanto não se programe outra G incompatível, ou se execute M02, M30, EMERGÊNCIA, RESET ou se desligue e ligue o CNC.

A letra D significa POR DEFAULT, isto é, que serão assumidas pelo CNC no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

Nos casos que se indica com ? se deve interpretar que o POR DEFAULT destas funciones G, depende da personalização dos parâmetros de máquina gerais do CNC.

A letra V significa que a função G se visualiza, nos modos de execução e simulação, junto à condições na que se está realizando a usinagem.

5.2 Velocidade de avanço F

A velocidade de avanço de usinagem pode ser selecionada por programa, mantendo-se ativa enquanto não se programe outra. Se representa com a letra F e conforme se esteja trabalhando no G94 ou G95 se programará em mm/minuto (polegadas/minuto) ou em mm/revolução (polegadas/revolução).

O seu formato de programação é 5.5, isto é, 5.4 se se programa em milímetros e 4.5 se se programa em polegadas.

O avanço de trabalho máximo da máquina, que será limitado em cada eixo pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED", pode ser programado utilizando o código F0 ou então atribuindo a F o valor correspondente.

O avanço F programado é efetivo quando se trabalha em interpolação linear (G01) ou circular (G02, G03). Se não se programa a função F, o CNC assumirá o avanço F0. Quando se trabalha em posicionamento (G00), a máquina se moverá com o avanço rápido indicado no parâmetro de máquina de eixos "G00FEED", independente, do F programado.

O avanço F programado pode variar-se entre 0% e 255% desde o PLC ou por via DNC ou então entre 0% e 120% mediante o comutador que se encontra no Painel de Comando do CNC.

Entretanto, o CNC possui o parâmetro de máquina geral "MAXFOVR" para limitar a variação máxima do avanço.

Quando se trabalha em posicionamento (G00) o avanço rápido estará fixado a 100% ou se permitirá que haja variação entre 0% e 100% conforme estiver personalizado o parâmetro de máquina "RAPIDOVR".

Quando se executam as funções G33 (rosca eletrónica), G34 (rosca de passo variável) ou G84 (ciclo fixo de rosqueamento com macho), não se permite modificar o avanço, trabalhando a 100% da F programada.

5.2.1 Avanço em mm/minuto ou polegadas/minuto (G94)

A partir do momento em que se programa o código G94, o controle entende que os avanços programados mediante F5.5, são em mm/minuto ou polegadas/minuto.

Se o deslocamento corresponde a um eixo rotativo, o CNC interpretará que o avanço se encontra programado em graus/minuto.

Quando se realiza uma interpolação entre um eixo rotativo e um eixo linear, o avanço programado será obtido em mm/minuto ou polegadas/minuto e o deslocamento do eixo rotativo, que se programou em graus, se considerará que se encontra programado em milímetros ou polegadas.

A relação entre a componente de avanço do eixo e o avanço F programado será a mesma que existe entre o deslocamento do eixo e o deslocamento resultante programado.

$$\text{Componente de avanço} = \frac{\text{Avanço F x Deslocamento do eixo}}{\text{Deslocamento resultante programado}}$$

Exemplo:

Numa máquina que tem os eixos X Y lineares e o eixo C rotativo, situados todos eles no ponto X0 Y0 C0, se programa o seguinte deslocamento:

```
G1 G90 X100 Y20 C270 F10000
```

Se tem:

$$Fx = \frac{F \cdot \Delta x}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta c)^2}} = \frac{10000 \times 100}{\sqrt{100^2 + 20^2 + 270^2}} = 3464,7946$$

$$Fy = \frac{F \cdot \Delta y}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta c)^2}} = \frac{10000 \times 20}{\sqrt{100^2 + 20^2 + 270^2}} = 692,9589$$

$$Fc = \frac{F \cdot \Delta c}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta c)^2}} = \frac{10000 \times 270}{\sqrt{100^2 + 20^2 + 270^2}} = 9354,9455$$

A função G94 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G95.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá a função G94 ou G95 conforme se tenha personalizado o parâmetro de máquina geral "IFEED".

5.2.2 Avanço em mm/revolução ou polegadas/revolução (G95)

A partir do momento em que se programa o código G95, o controle entende que os avanços programados mediante F5.5, são em mm/revolução ou polegadas/revolução.

Esta função não afeta os deslocamentos rápidos (G00) que sempre serão realizados em mm/minuto ou polegadas/minuto. Também não será aplicado aos deslocamentos que se efetuem em modo manual, inspeção de ferramenta, etc.

A função G95 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G94.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá a função G94 ou G95 conforme se tenha personalizado o parâmetro de máquina geral "IFEED".

5.2.3 Velocidade de avanço superficial constante (G96)

Quando se programa G96 o CNC entende que o avanço F5.5 programado corresponde ao avanço do ponto de corte da ferramenta com a peça.

Com esta função se consegue que a superfície de acabamento nos trechos curvos, seja uniforme.

Deste modo, trabalhando com a função G96, a velocidade do centro da ferramenta nas curvas interiores ou exteriores variará, para que se mantenha constante a do ponto de corte.

A função G96 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G97.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G97.

5.2.4 Velocidade de avanço do centro da ferramenta constante (G97)

Quando se programa G97 o CNC entende que o avanço F5.5 programado corresponde ao avanço da trajetória do centro da ferramenta.

Trabalhando com a função G97, a velocidade do ponto de corte em curvas interiores aumentará, e nas curvas exteriores diminuirá, mantendo-se constante a do centro da ferramenta.

A função G97 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G96.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G97.

5.3 Velocidade de rotação do eixo-árvore (S)

Mediante o código S5.4 se programa diretamente a velocidade de rotação do eixo-árvore em revoluções por minuto.

O valor máximo vem limitado pelos parâmetros de máquina do eixo-árvore "MAXGEAR1, MAXGEAR2, MAXGEAR3 e MAXGEAR4", dependendo em cada caso da gama de árvore selecionada.

Também é possível limitar este valor máximo por programa, utilizando a função G92 S5.4.

A velocidade de rotação S programada pode ser variada desde o PLC, ou por via DNC, ou então, mediante as teclas de SPINDLE "+" e "-" do Painel de Comando do CNC.

Esta variação de velocidade se realizará entre os valores máximo e mínimo, fixados pelos parâmetros de máquina do eixo-árvore "MINSOVR" e "MAXSOVR".

O passo incremental associado às teclas de SPINDLE "+" e "-" do Painel de Comando do CNC para variar o S programado, estará fixado pelo parâmetro de máquina do eixo-árvore "SOVRSTEP".

Quando se executam as funções G33 (rosca eletrónica), G34 (rosca de passo variável) ou G84 (ciclo fixo de rosqueamento com macho), não se permite modificar a velocidade programada, trabalhando a 100% da S programada.

5.4 Número da ferramenta (T) e corretor (D)

A função T permite selecionar a ferramenta e a função D permite selecionar o corretor associado à mesma. Cuando se definen ambos parámetros, el orden de programación es T D. Por ejemplo T6 D17.

Se a máquina possui armazém de ferramentas o CNC consulta a "Tabela do armazém de ferramentas" para conhecer a posição que ocupa a ferramenta desejada e a seleciona.

Se não se definiu a função D, consulta a "Tabela de Ferramentas" para conhecer o número de corretor (D) associado à mesma.

Examina a "Tabela de Corretores" e assume as dimensões da ferramenta correspondentes ao corretor D.

Para acessar, consultar e definir estas tabelas consultar o manual de operação.

Utilização das funções T e D

- As funções T e D podem programar-se sozinhas ou juntas, tal e como se indica neste exemplo:

T5 D18	Seleciona a ferramenta 5 e assume as dimensões do corretor 18.
D22	Continua selecionada a ferramenta 5 e se aceitam as dimensões do corretor 22.
T3	Seleciona a ferramenta 3 e assume as dimensões do corretor associado á referida ferramenta.

- Quando se possui um armazém em que uma mesma posição pode ser utilizada por mais de uma ferramenta, se deve:

  Utilizar a função "T" para fazer referência à posição do armazém e a função "D" às dimensões da ferramenta que está colocada na referida posição.

  Assim, por exemplo, o programar T5 D23 significa que se deseja selecionar a ferramenta que está na posição 5 e que o CNC deve levar em consideração as dimensões indicadas nas tabelas para o corretor 23.

Compensação longitudinal e compensação do raio da ferramenta.

O CNC examina a "Tabela de Corretores" e assume as dimensões da ferramenta correspondentes ao corretor D ativo.

As funções G40, G41, G42 permitem ativar e desativar a compensação radial.

As funções G43, G44, G42 permitem ativar e desativar a compensação longitudinal.

Se não existe nenhuma ferramenta selecionada ou se define D0 não se aplica nem compensação longitudinal nem compensação radial.

Para possuir mais informação consultar o capítulo 8 "Compensação de ferramentas" deste mesmo manual.

5.5 Função auxiliar (M)

As funções auxiliares se programam mediante o código M4, permitindo-se programar até 7 funções auxiliares num mesmo bloco.

Quando num bloco foi programado mais de uma função auxiliar, o CNC as executa, correlativamente, na ordem que foram programadas.

O CNC possui uma tabela de funções M com "NMISCFUN" (parâmetro de máquina geral) componentes, especificando-se por cada elemento:

- O número (0-9999) da função auxiliar M definida.
- O número da sub-rotina que se deseja associar à referida função auxiliar.
- Um indicador que determina se a função M se efetua antes ou depois do movimento do bloco no qual está programada.
- Um indicador que determina se a execução da função M detém ou não a preparação dos blocos.
- Um indicador que determina se a função M se efetua ou não, depois da execução da sub-rotina associada.
- Um indicador que determina se o CNC deve ou não esperar o sinal AUX END (sinal de M executada, proveniente do PLC), para continuar a execução do programa.

Se ao executar uma função auxiliar M, esta não se encontra definida na tabela de funções M, a função programada se executará no inicio do bloco e o CNC esperará o sinal AUX END para continuar a execução do programa.

Algumas das funções auxiliares têm atribuídas um significado interno no CNC.

Se ao executar-se a sub-rotina associada de uma função auxiliar "M", existir um bloco que contenha o mesmo "M", este será executado, mas não a sub-rotina associada.

Todas as funções auxiliares "M" que tenham sub-rotina associada, deverão programar-se sozinhas num bloco.

No caso das funções M41 até M44 com sub-rotina associada, o S que gera a mudança de gama se deve programar sozinho no bloco. Em caso contrário o CNC mostrará o erro 1031.

5.5.1 M00. Parada de programa

Quando o CNC lê num bloco o código M00, interrompe o programa. Para renovar o mesmo, tem que dar novamente a ordem FUNCIONAMENTO.

É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no final do bloco no qual está programada.

5.5.2 M01. Parada condicional de programa

Idêntica à M00, a não ser que o CNC só a leve em consideração se o sinal M01 STOP proveniente do PLC se encontre ativo (nível lógico alto).

5.5.3 M02. Final de programa

Este código indica o final de programa e realiza uma função de "Reset geral" do CNC (Colocação em condições iniciais). Também exerce a função de M05.

É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no final do bloco no qual está programada.

5.5.4 M30. Final de programa com volta no começo

Idêntica à M02 a não ser que o CNC volte ao primeiro bloco do programa.

5.5.5 M03. Arranque da árvore à direita (sentido horário)

Este código significa arranque da árvore à direita. Como se explica na seção correspondente, o CNC executa, de maneira automática, este código nos ciclos fixos de usinagem.

Quando se deseja personalizar esta função na tabela de funções M, se recomenda que se faça de forma que se execute no começo do bloco no qual está programada.

5.5.6 M04. Arranque da árvore à esquerda (sentido anti-horário)

Este código indica arranque da árvore à esquerda. É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no começo do bloco no qual está programada.

5.5.7 M05. Parada de eixo-árvore

É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no final do bloco no qual está programada.

5.5.8 M06. Código de mudança de ferramenta

Se o parâmetro de máquina geral "TOFFM06" (indicativo de centro de usinagem) se encontra ativo, o CNC monitorará o trocador de ferramentas e atualizará a tabela correspondente ao armazém de ferramentas.

Se recomenda personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute a sub-rotina correspondente ao trocador de ferramentas instalado na máquina.

5.5.9 M19. Parada orientada de eixo-árvore

O CNC permite trabalhar com o eixo-árvore em laço aberto (M3, M4) e com o eixo-árvore em laço fechado (M19).

Para poder trabalhar em laço fechado é necessário possuir um medidor rotativo (encóder) acoplado ao eixo-árvore da máquina.

Quando se deseja passar de laço aberto a laço fechado, se deve executar a função M19 ou M19 S±5.5. O CNC atuará da seguinte maneira:

- Se o eixo-árvore possui micro de referência, efetua a busca do micro de referência de máquina com a velocidade de rotação no parâmetro de máquina da árvore "REFEED1".

  A seguir, efetua a busca do sinal de Io do sistema de medição, com a velocidade de rotação indicada no parâmetro de máquina do eixo-árvore "REFEED2".

  E por último se posiciona no ponto definido mediante S±5.5.

- Se a árvore não possui micro de referência, efetua a busca do sinal de Io do sistema de medição, com a velocidade de rotação indicada no parâmetro de máquina da árvore "REFEED2".

  E a seguir, se posiciona no ponto definido mediante S±5.5.

Quando se executa somente a função auxiliar M19 a árvore se posiciona na posição S0.

Para orientar o eixo-árvore em outra posição se deve executar a função M19 S±5.5, o CNC não efetuará a busca de referência, pois já está no laço fechado, e posicionará o eixo-árvore na posição indicada (S±5.5).

O código S±5.5 indica a posição de parada do eixo-árvore, em graus, a partir do pulso zero máquina, procedente do codificador.

O sinal indica o sentido da contagem e o valor 5.5 sempre se interpreta em cotas absolutas, independentemente, do tipo de unidades que se encontram selecionadas.

Exemplo:

S1000 M3

Eixo-árvore em laço aberto.

M19 S100

O eixo-árvore passa a laço fechado. Busca de referência e posicionamento em 100º.

M19 S -30

O eixo-árvore se desloca, passando por 0º até -30º.

M19 S400

O eixo-árvore dá 1 volta e se posiciona em 40º.

5.5.10 M41, M42, M43, M44. Troca de gamas do eixo-árvore

O CNC possui 4 gamas de eixo-árvore, M41, M42, M43 e M44, com as suas velocidades máximas respectivas limitadas pelos parâmetros de máquina do eixo-árvore "MAXGEAR1", "MAXGEAR2", "MAXGEAR3" e "MAXGEAR4".

Quando se seleciona por meio do parâmetro de máquina da árvore "AUTOGEAR", que a mudança seja realizada de maneira automática, será o CNC quem governa as funções M41, M42, M43 e M44.

Se pelo contrário não se seleciona a mudança de gamas automático, será o programador o que deva escolher a gama correspondente, levando em consideração que cada gama proporcionará a instrução definida pelo parâmetro de máquina da árvore "MAXVOLT" para a velocidade máxima especificada em cada gama (parâmetros de máquina da árvore "MAXGEAR1", "MAXGEAR2", "MAXGEAR3" e "MAXGEAR4").

Independentemente, de que a mudança de gama seja automática ou não, as funções M41 até M44 podem ter sub-rotina associada. Quando se programa a função M41 até M44 e posteriormente se programa um S que corresponde à referida gama, não se gera a mudança automática de gama e não se executa a sub-rotina associada.

CONTROLE DA TRAJETÓRIA

6

O CNC permite programar deslocamentos de um só eixo ou de vários ao mesmo tempo.

Se programarão somente os eixos que intervêm no deslocamento desejado, sendo a ordem de programação dos eixos o seguinte:

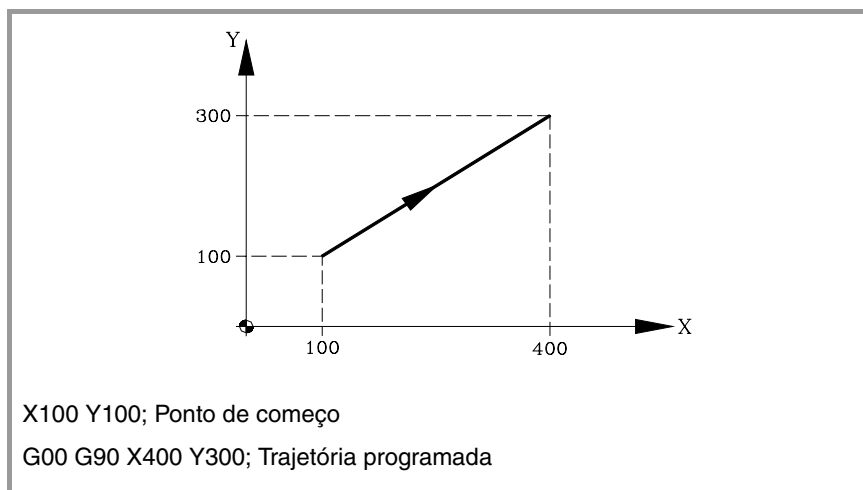
X, Y, Z, U, V, W, A, B, C

6.1 Posicionamento em rápido (G00)

Os deslocamentos programados depois de G00 se executam com o avanço rápido indicado no parâmetro de máquina de eixos "G00FEED".

Independentemente do número de eixos que se movem, a trajetória resultante é sempre uma linha reta entre o ponto inicial e o ponto final.

X100 Y100; Ponto de começo

G00 G90 X400 Y300; Trajetória programada

Mediante o parâmetro de máquina geral "RAPIDOVR", se pode estabelecer se o comutador % de avanço, quando se trabalhe em G00, atua de 0% a 100%, ou fica fixado em 100%.

Ao programar a função G00, não se anula a última F programada, isto é, quando se programa novamente G01, G02 ou G03 se recuperará a referida F.

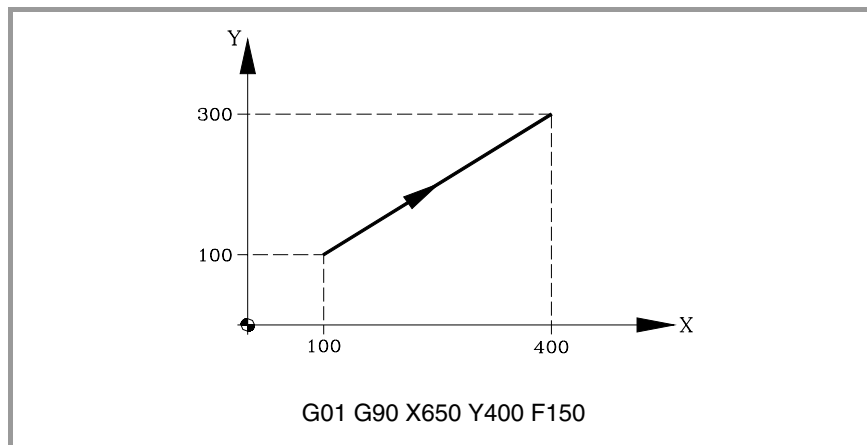
A função G00 é modal e incompatível com G01, G02, G03, G33, G34 e G75. A função G00 pode programar-se com G ou G0.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

6.2 Interpolação linear (G01)

Los deslocamentos programados depois de G01 se executam conforme uma linha reta e ao avanço F programado.

Quando se movem dois ou três eixos de maneira simultânea a trajetória resultante é uma linha reta entre o ponto inicial e o ponto final.

A máquina se desloca conforme a referida trajetória ao avanço F programado. O CNC calcula os avanços de cada eixo para que a trajetória resultante seja a F programada.

O avanço F programado pode variar-se entre 0% e 120% mediante o comutador que se encontra no Painel de Comando do CNC, ou então se seleciona entre 0% e 255% desde o PLC, por via DNC ou por programa.

Entretanto, o CNC possui o parâmetro de máquina geral "MAXFOVR" para limitar a variação máxima do avanço.

O CNC permite programar eixos de posicionamento, somente, em blocos de interpolação linear. O CNC calculará o avanço correspondente ao eixo ou eixos de posicionamento, somente, de maneira que cheguem ao ponto final, ao mesmo tempo que os outros eixos.

A função G00 é modal e incompatível com G00, G02, G03, G33 e G34. A função G01 pode programar-se com G1.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

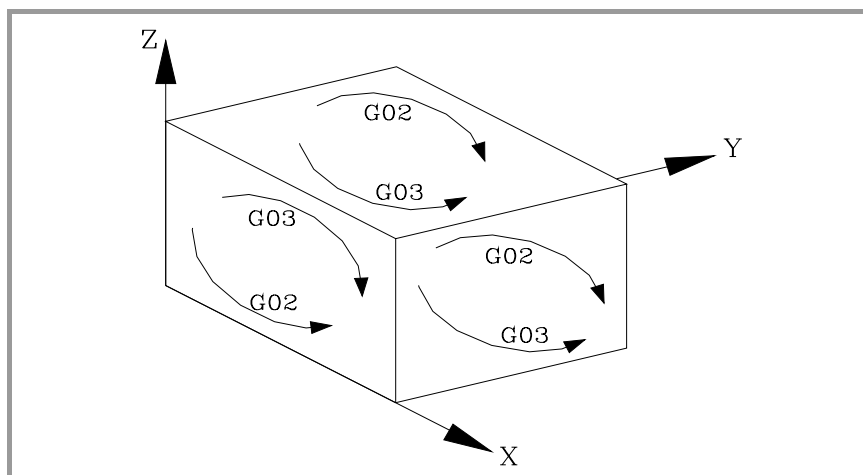
6.3 Interpolação circular (G02, G03)

Existem duas formas de realizar a interpolação circular:

G02: Interpolação circular à direita (sentido horário).

G03: Interpolação circular à esquerda (sentido anti-horário).

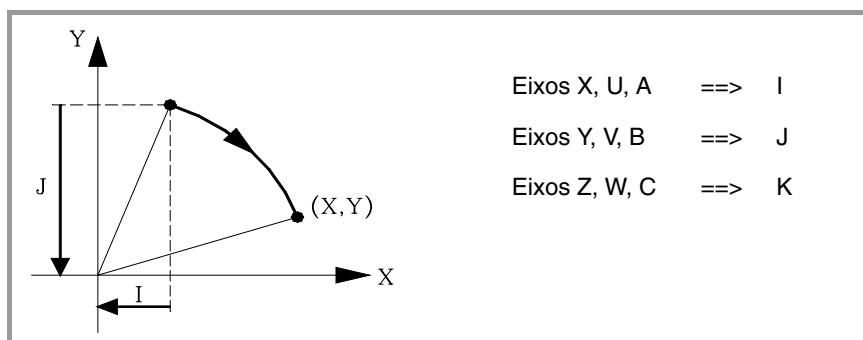
Os movimentos programados a seguir de G02 e G03 se executam em forma de trajetória circular e ao avanço F programado.

As definições de sentido horário (G02) e sentido anti-horário (G03) foram fixadas de acordo com o sistema de coordenadas que a seguir se representa.

Este sistema de coordenadas se refere ao movimento da ferramenta sobre a peça.

A interpolação circular somente se pode executar no plano. A forma de definir a interpolação circular é a seguinte:

Coordenadas cartesianas

Se definirão as coordenadas do ponto final do arco e a posição do centro com respeito ao ponto de partida, conforme os eixos do plano de trabalho.

As cotas do centro se definirão em raios e mediante as letras I, J ou K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo. Se não se definem as cotas do centro, o CNC interpreta que o seu valor é zero.

Formato de programação:

Plano XY:	G02(G03)	X±5.5	Y±5.5	I±5.5	J±5.5
Plano ZX:	G02(G03)	X±5.5	Z±5.5	I±5.5	K±5.5
Plano YZ:	G02(G03)	Y±5.5	Z±5.5	J±5.5	K±5.5

Independentemente do plano selecionado, se manterá sempre a ordem de programação dos eixos, assim como a das respectivas cotas do centro.

Plano AY:	G02(G03)	Y±5.5	A±5.5	J±5.5	I±5.5
Plano XU:	G02(G03)	X±5.5	U±5.5	I±5.5	I±5.5

Coordenadas polares

Será necessário definir o ângulo a ser percorrido Q e a distância desde o ponto de partida ao centro (opcional), conforme os eixos do plano de trabalho.

As cotas do centro se definirão mediante as letras I, J ou K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo:

Eixos X, U, A	==>	I
Eixos Y, V, B	==>	J
Eixos Z, W, C	==>	K

Se não se define o centro do arco, o CNC interpretará que este coincide com a origem polar vigente.

Formato de programação:

Plano XY:	G02(G03)	Q±5.5	I±5.5	J±5.5
Plano ZX:	G02(G03)	Q±5.5	I±5.5	K±5.5
Plano YZ:	G02(G03)	Q±5.5	J±5.5	K±5.5

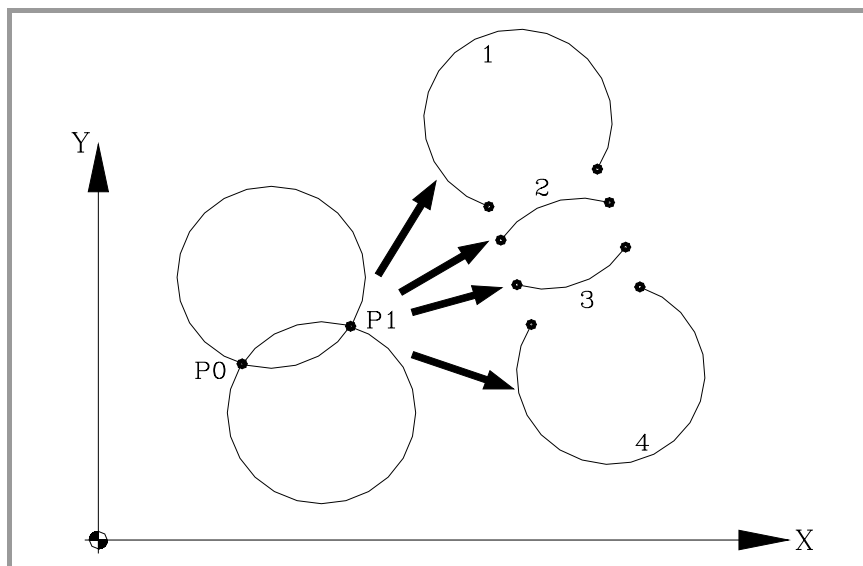
Coordenadas cartesianas com programação de raio

Se definirão as coordenadas do ponto final do arco e o raio R.

Formato de programação:

Plano XY:	G02(G03)	X±5.5	Y±5.5	R±5.5
Plano ZX:	G02(G03)	X±5.5	Z±5.5	R±5.5
Plano YZ:	G02(G03)	Y±5.5	Z±5.5	R±5.5

Se se programa uma circunferência completa, com a programação de raio, o CNC visualizará o erro correspondente, devido a existirem infinitas soluções.

Se o arco da circunferência é menor do que 180º, o raio se programará com sinal positivo e se é maior do que 180º o sinal do raio será negativo.

Sendo o P0 o ponto inicial e P1 o ponto final, com um mesmo valor de raio existem 4 arcos que passam por ambos os pontos.

Dependendo da interpolação circular G02 ou G03, e do sinal do raio, se definirá o arco que interesse. Desta maneira o formato de programação dos arcos da figura será o seguinte:

Arco 1	G02 X.. Y.. R- ..
Arco 2	G02 X.. Y.. R+..
Arco 3	G03 X.. Y.. R+..
Arco 4	G03 X.. Y.. R- ..

Execução da interpolação circular

O CNC calculará, conforme o arco da trajetória programada, o raio do ponto inicial e do ponto final. Mesmo que em teoria ambos os raios devem ser exatamente iguais, o CNC permite selecionar com o parâmetro de máquina geral "CIRINERR", a diferença máxima permissível entre ambos os raios. Se se supera este valor, o CNC mostrará o erro correspondente.

O avanço F programado pode variar-se entre 0% e 120% mediante o comutador que se encontra no Painel de Comando do CNC, ou então se seleciona entre 0% e 255% desde o PLC, por via DNC ou por programa.

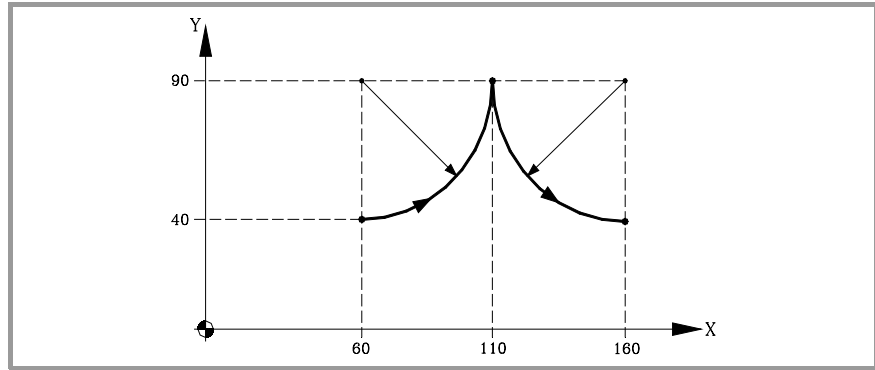
Entretanto, o CNC possui o parâmetro de máquina geral "MAXFOVR" para limitar a variação máxima do avanço.

Se ao estar selecionado o parâmetro de máquina geral "PORGMOVE", se programa uma interpolação circular G02 ou G03, o CNC assumirá o centro do arco como nova origem polar.

As funções G02 e G03 são modais e incompatíveis entre si e também com G00, G01, G33 e G34. As funções G02 e G03 podem ser programadas como G2 e G3.

Além disso, as funções G74 (busca de zero) e G75 (movimento com apalpador) anulam as funções G02 e G03.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

Exemplos de programação

A seguir se analisam diversos modos de programação, sendo o ponto inicial X60 Y40.

Coordenadas cartesianas:

```
G90 G17 G03 X110 Y90 I0 J50
X160 Y40 I50 J0
```

Coordenadas polares:

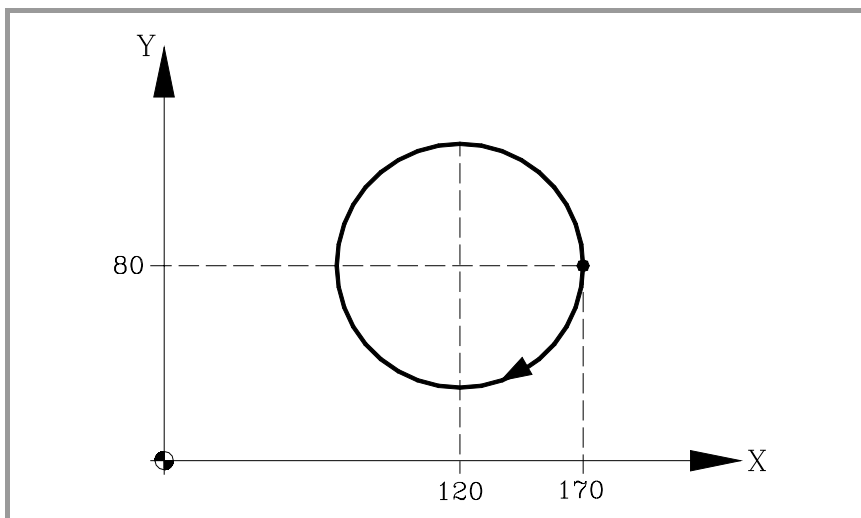
```
G90 G17 G03 Q0 I0 J50
Q-90 I50 J0
```

Ou:

```
G93 I60 J90 ; Define o centro polar
G03 Q0
G93 I160 J90 ; Define o centro polar
Q-90
```

Coordenadas cartesianas com programação de raio:

```
G90 G17 G03 X110 Y90 R50
X160 Y40 R50
```

Programação de uma circunferência (completa) num só bloco:

A seguir se analisam diversos modos de programação, sendo o ponto inicial X170 Y80.

Coordenadas cartesianas:

```
G90 G17 G02 X170 Y80 I-50 J0
```

Ou:

```
G90 G17 G02 I-50 J0
```

Coordenadas polares.

```
G90 G17 G02 Q36 0I-50 J0
```

Ou:

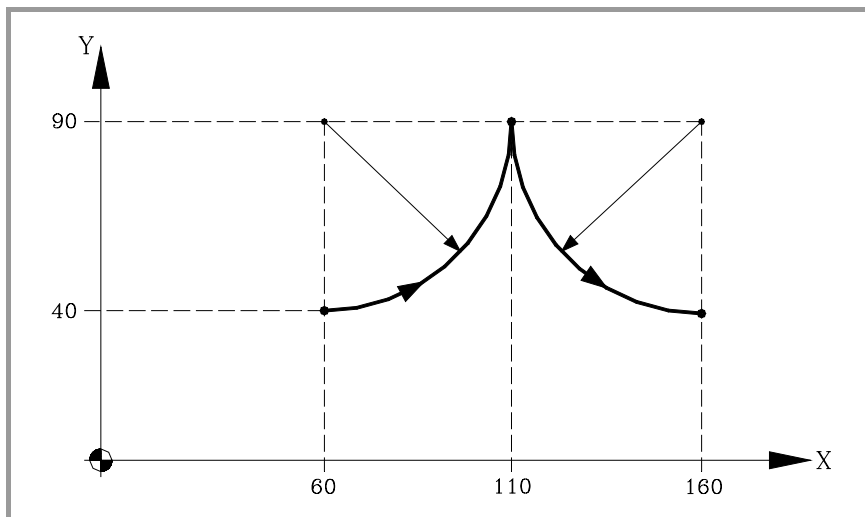
```
G93 I120 J80 ; Define o centro polar
G02 Q360
```

Coordenadas cartesianas com programação de raio:

Não se pode programar uma circunferência completa, devido que existem infinitas soluções.

6.4 Interpolação circular com centro do arco em coordenadas absolutas (G06)

Acrescentando a função G06 num bloco de interpolação circular, se pode programar as cotas do centro do arco (I, J ou K), em coordenadas absolutas, isto é, referente ao zero de origem e não ao começo do arco.

A função G06 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje indicar as cotas do centro do arco, em coordenadas absolutas. A função G01 pode programar-se com G6.

A seguir se analisam diversos modos de programação, sendo o ponto inicial X60 Y40.

Coordenadas cartesianas:

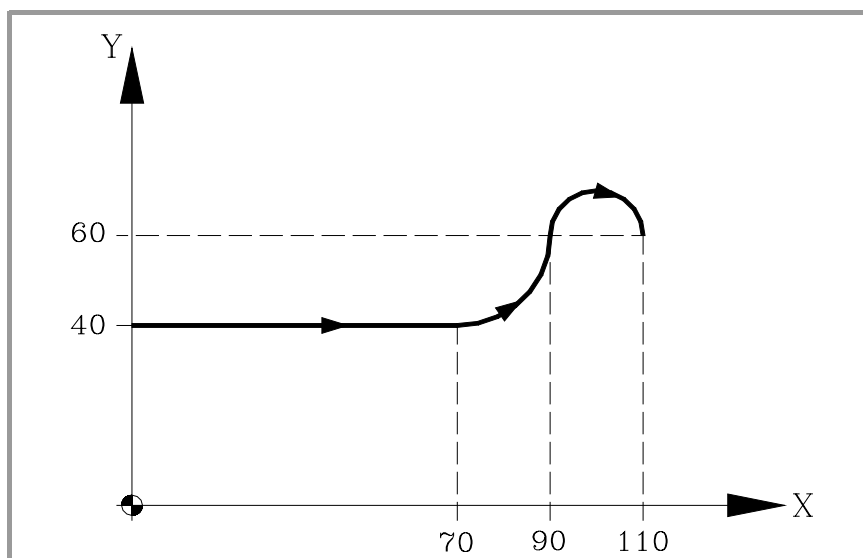
```
G90 G17 G06 G03 X110 Y90 I60 J90
G06 X160 Y40 I160 J90
```

Coordenadas polares:

```
G90 G17 G06 G03 Q0 I60 J90
G06 Q-90 I160 J90
```

6.5 Trajetória circular tangente à trajetória anterior (G08)

Por meio da função G08 se pode programar uma trajetória circular tangente à trajetória anterior sem necessidade de programar as cotas (I, J ou K) do centro.

Se definirão somente as coordenadas do ponto final do arco, tanto em coordenadas polares, como em coordenadas cartesianas conforme os eixos do plano de trabalho.

Supondo que o ponto de partida é X0 Y40, se deseja programar uma linha reta e em seguida um arco tangente á mesma e finalmente um arco tangente ao anterior.

```
G90 G01 X70
G08 X90 Y60      ; Arco tangente à trajetória anterior.
G08 X110 Y60     ; Arco tangente à trajetória anterior.
```

A função G08 não é modal e portanto, se deverá programar sempre que se deseje executar um arco tangente à trajetória anterior. A função G08 pode programar-se com G8.

A função G08 permite que a trajetória anterior seja uma reta ou um arco, e não altera a história do mesmo, continuando ativa a mesma função G01, G02 ou G03, depois de finalizar o bloco.

Utilizando a função G08, não é possível executar uma circunferência completa, devido que existem infinitas soluções. O CNC visualizará o código de erro correspondente.

6.6 Trajetória circular definida mediante três pontos (G09)

Por meio da função G09 se pode definir uma trajetória circular (arco), programando o ponto final e um ponto intermediário (o ponto inicial do arco é o ponto de partida do movimento). Isto é, em lugar de programar as coordenadas do centro, se programa qualquer ponto intermediário.

Se definirá o ponto final do arco em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e o ponto intermediário se definirá sempre em coordenadas cartesianas mediante as letras I, J ou K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo:

Eixos X, U, A ==> I

Eixos Y, V, B ==> J

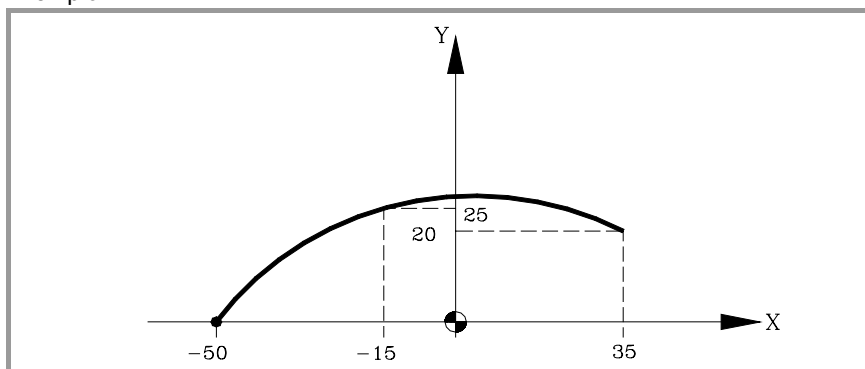
Eixos Z, W, C ==> K

Em coordenadas cartesianas:

G17 G09 X±5.5 Y±5.5 I±5.5 J±5.5

Em coordenadas polares:

G17 G09 R±5.5 Q±5.5 I±5.5 J±5.5

Exemplo:

Sendo o ponto inicial X-50 Y0.

```
G09 X35 Y20 I-15 J25
```

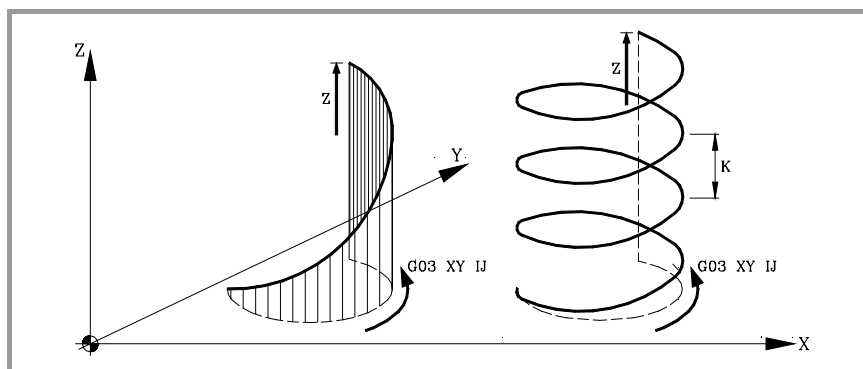
A função G09 não é modal, portanto, deverá programar-se sempre que se deseje executar uma trajetória circular definida por três pontos. A função G09 pode programar-se com G9.

Ao programar G09 não é necessário programar o sentido de deslocamento (G02 ou G03).

A função G09 não altera a história do programa, continuando ativa a mesma função G01, G02 ou G03, depois de finalizar o bloco.

Utilizando a função G09, não é possível executar uma circunferência completa, já que é necessário programar três pontos diferentes. O CNC visualizará o código de erro correspondente.

6.7 Interpolação helicoidal

A interpolação helicoidal consta de uma interpolação circular no plano de trabalho e do deslocamento do resto dos eixos programados.

A interpolação helicoidal se programa num bloco, devendo programar-se a interpolação circular mediante as funções G02, G03, G08 ou G09.

```
G02 X Y I J Z
G02 X Y R Z A
G03 Q I J A B
G08 X Y Z
G09 X Y I J Z
```

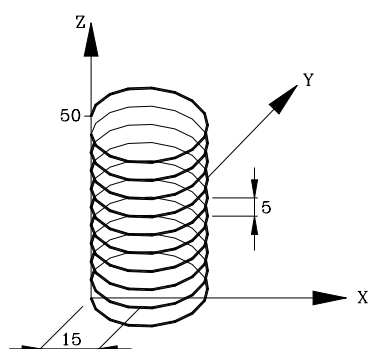
Se se deseja que a interpolação helicoidal efetue mais de uma volta, se deve programar a interpolação circular e o deslocamento linear de um único eixo.

Além disso, se deve definir o passo de hélice (formato 5.5) mediante as letras I, J, K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo:

Eixos X, U, A	==>	I
Eixos Y, V, B	==>	J
Eixos Z, W, C	==>	K

```
G02 X Y I J Z K
G02 X Y R Z K
G03 Q I J A I
G08 X Y B J
G09 X Y I J Z K
```

Exemplo:

Programação em coordenadas cartesianas e coordenadas polares, sendo o ponto de partida X0 Y0 Z0.

Coordenadas cartesianas:

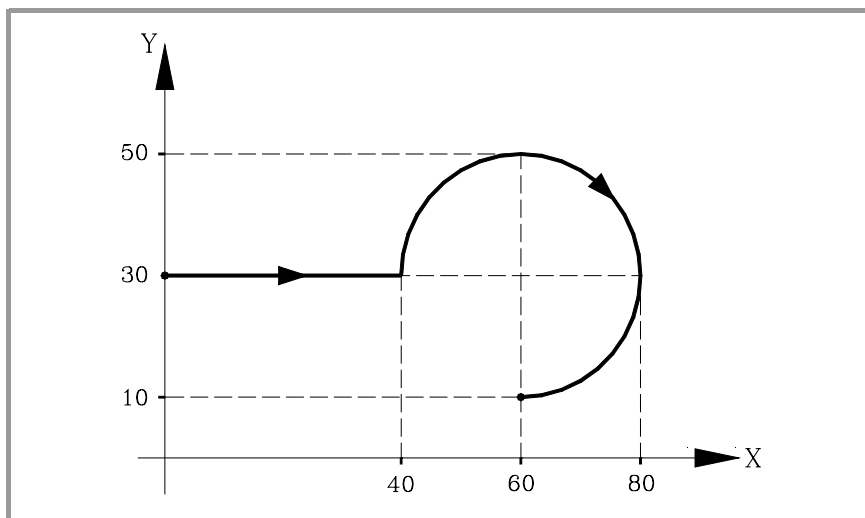
```
G03 X0 Y0 I15 J0 Z50 K5
```

Coordenadas polares:

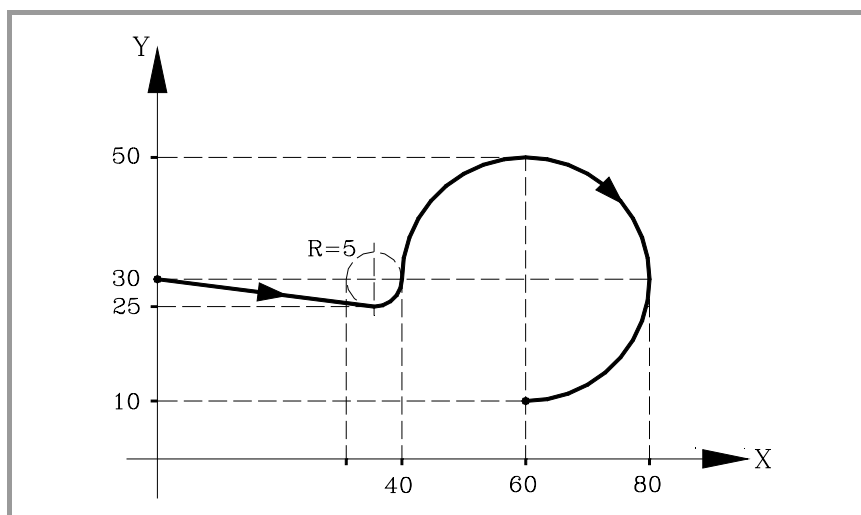
```
G03 Q180 I15 J0 Z50 K5
```

6.8 Entrada tangencial no começo de usinagem (G37)

Mediante a função G37 se podem enlaçar tangencialmente duas trajetórias sem a necessidade de calcular os pontos de interseção.

A função G37 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje começar uma usinagem com entrada tangencial.

Se o ponto de partida é X0 Y30 e se deseja usinar um arco de circunferência, sendo retilínea a trajetória de aproximação, se deverá programar:

```
G90 G01 X40
G02 X60 Y10 I20 J0
```

Mas se neste mesmo exemplo se deseja que a entrada da ferramenta à peça a usinar seja tangente à trajetória e descrevendo um raio de 5mm, se deverá programar:

```
G90 G01 G37 R5 X40
G02 X60 Y10 I20 J0
```

Como se pode ver na figura, o CNC modifica a trajetória, de forma que a ferramenta começa a usinar com entrada tangencial à peça.

A função G37 junto com o valor R têm que ser programados no bloco que inclui a trajetória que se deseja modificar.

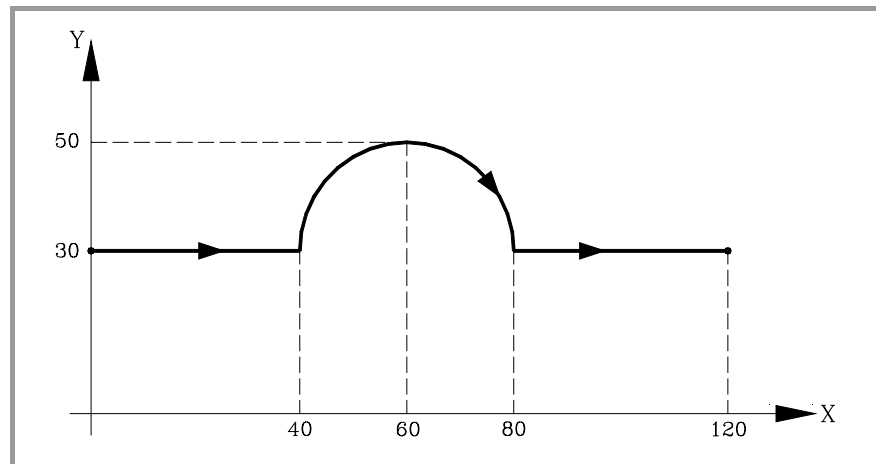
O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G37 e indica o raio do arco de circunferência que o CNC introduz para conseguir uma entrada tangencial à peça. Este valor de R deve ser sempre positivo.

A função G37 somente pode programar-se num bloco que inclua movimento retilíneo (G00 ou G01). Em caso de se programar num bloco que inclua o movimento circular (G02 ou G03), o CNC mostrará o erro correspondente.

6.9 Saída tangencial ao final de usinagem (G38)

A função G38 permite finalizar uma usinagem com uma saída tangencial da ferramenta, sendo necessário que a trajetória seguinte seja retilínea (G00 ou G01). Em caso contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

A função G38 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje uma saída tangencial da ferramenta.

O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G38 e indica o raio do arco de circunferência que o CNC introduz para conseguir uma saída tangencial da peça. Este valor de R deve ser sempre positivo.

Se o ponto de partida X0 Y30 e se deseja usinar um arco de circunferência, sendo retilíneas as trajetórias de aproximação e de saída, se deverá programar:

```
G90 G01 X40
G02 X80 I20 J0
G00 X120
```

Mas se neste mesmo exemplo se deseja que a saída da usinagem se realize tangencialmente e descrevendo um raio de 5 mm, se deverá programar:

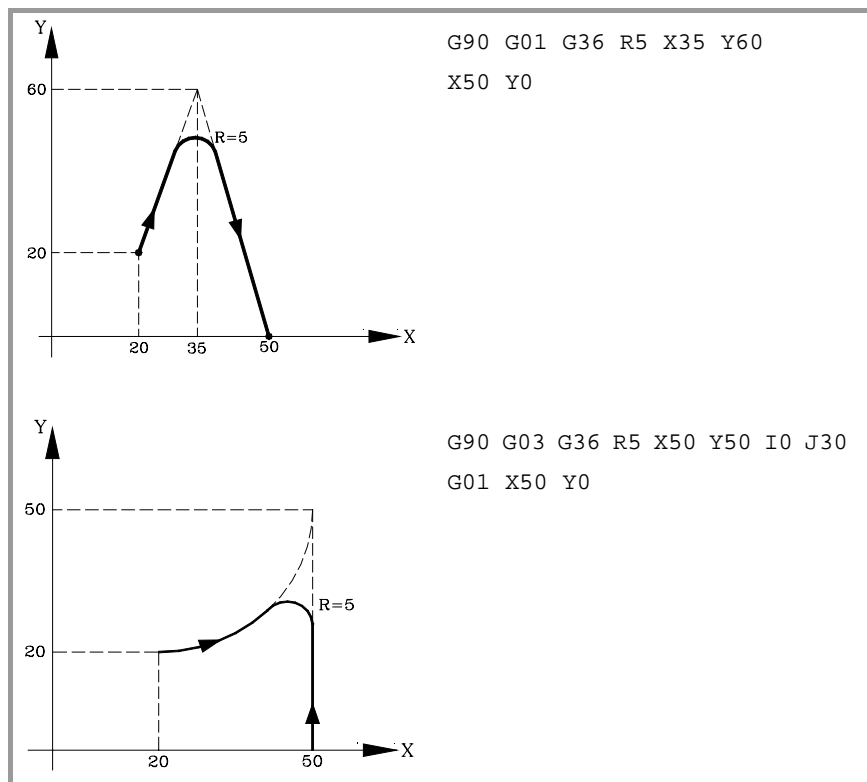
```
G90 G01 X40
G02 G38 R5 X80 I20 J0
G00 X120
```

6.10 Arredondamento controlado de arestas (G36)

Em trabalhos de fresagem, é possível mediante a função G36 fazer arredondamento de uma aresta com um raio determinado, sem a necessidade de calcular nem o centro nem os pontos inicial e final do arco.

A função G36 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje o arredondamento de uma aresta.

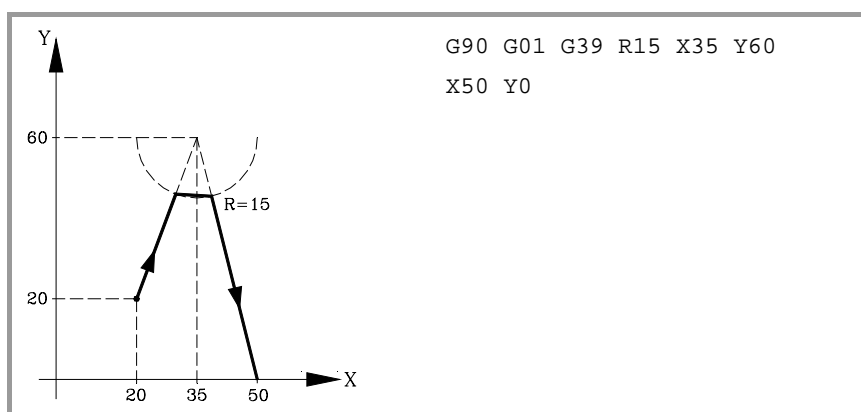
Esta função deve ser programada no bloco no qual se define o deslocamento e que no final se deseja arredondar.

O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G36 e indica o raio de arredondamento que o CNC introduz para conseguir um arredondamento de aresta. Este valor de R deve ser sempre positivo.

6.11 Chanfrado (G39)

Nos trabalhos de usinagem é possível, mediante a função G39, fazer chanfrado de arestas entre duas retas, sem necessidade de calcular os pontos de interseção.

A função G39 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje o chanfrado de uma aresta.

Esta função deve ser programada no bloco no qual se define o deslocamento e que no final se deseja fazer um chanfrado.

O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G39 e indica a distância desde o final de deslocamento programado até o ponto no qual se quer realizar o chanfrado. Este valor de R deve ser sempre positivo.

6.12 Rosqueamento eletrónico (G33)

Se o eixo-árvore da máquina está dotado de um transdutor rotativo, se podem realizar roscas na ponta da ferramenta de corte por meio da função G33.

Mesmo que freqüentemente estes rosqueamentos se realizam ao longo de um eixo, o CNC permite realizar rosqueamentos interpolando mais de um eixo ao mesmo tempo.

Formato de programação:

```
G33 X.....C L Q
```

X...C ±5.5	Ponto final da rosca
L 5.5	Passo de rosca
Q ±3.5	Opcional. Indica a posição angular do eixo-árvore (±359.9999) correspondente ao ponto inicial da rosca. Se não se programa se toma o valor 0

Considerações

Sempre que se executa a função G33, o CNC antes de realizar o rosqueamento eletrónico, efetua uma busca de referência de máquina do eixo-árvore e situa o eixo-árvore na posição angular indicada pelo parâmetro Q.

O parâmetro "Q" está disponível quando se definiu o parâmetro de máquina de eixo-árvore "M19TYPE=1".

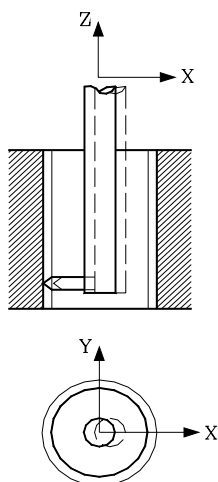
Se em arredondamento de aresta se efetuam junções de roscas, somente poderá ter ângulo de entrada Q a primeira delas.

Enquanto se encontre ativa a função G33, não se pode variar o avanço F programado, nem a velocidade de eixo-árvore S programada, estando ambas as funções fixas em 100%.

A função G33 é modal e incompatível com G00, G01, G02, G03, G34 e G75.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

Exemplo

Se deseja realizar em X0 Y0 Z0 e de uma só passada, uma rosca de 100mm de profundidade e 5 mm de passo, mediante uma ferramenta de roscar situada em Z10.

G90 G0 X Y Z	; Posicionamento
G33 Z -100 L5	; Rosqueamento
M19	; Parada orientada de eixo-árvore
G00 X3	; Retira-se a ferramenta de corte
Z30	; Retrocesso (saída do furo)

6.13 Rosqueamento de passo variável (G34)

Para efetuar roscas de passo variável o eixo-árvore da máquina deve possuir um transdutor rotativo.

Mesmo que freqüentemente estes rosqueamentos se realizam ao longo de um eixo, o CNC permite realizar rosqueamentos interpolando mais de um eixo ao mesmo tempo.

Formato de programação:

```
G34 X.....C L Q K
```

X...C ±5.5	Ponto final da rosca.
L 5.5	Passo de rosca.
Q ±3.5	Opcional. Indica a posição angular do eixo-árvore (±359.9999) correspondente ao ponto inicial da rosca. Se não se programa se toma o valor 0.
K ±5.5	Incremento ou decremento de passo de rosca por volta do eixo-árvore.

Considerações

Sempre que se executa a função G34, o CNC antes de realizar o rosqueamento eletrónico, efetua uma busca de referência de máquina do eixo-árvore e situa o eixo-árvore na posição angular indicada pelo parâmetro Q.

O parâmetro "Q" está disponível quando se definiu o parâmetro de máquina de eixo-árvore "M19TYPE=1".

Se se trabalha em arredondamento de aresta (G05), se pode juntar diferentes roscas de forma contínua numa mesma peça.

Enquanto se encontre ativa a função G34, não se pode variar o avanço F programado, nem a velocidade de eixo-árvore S programada, estando ambas as funções fixas em 100%.

A função G34 é modal e incompatível com G00, G01, G02, G03, G33 e G75.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

Junção de um rosqueamento de passo fixo (G33) com outro de passo variável (G34).

O passo de rosca inicial (L) do G34 deve coincidir com o passo de rosca da G33.

O incremento de passo, na primeira volta de árvore em passo variável, será de meio incremento (K/2) e em voltas posteriores será do incremento completo K.

Junção de um rosqueamento de passo variável (G34) com outro de passo fixo.

Se utiliza para finalizar um rosqueamento de passo variável (G34) com um pedaço de rosca que mantenha o passo final do rosqueamento anterior.

Como é muito complexo calcular o passo de rosca final, o rosqueamento de passo fixo não se programa com G33 mas sim com G34 ... L0 K0. O CNC calcula o passo.

Junção de dois rosqueamentos de passo variável (G34).

Não se permite juntar dois rosqueamentos de passo variável (G34).

6.14 Movimento contra batente (G52)

Por meio da função G52 se pode programar o deslocamento de um eixo até um batente mecânico. Esta função pode ser interessante em dobradeiras, contrapontos motorizados, alimentadores de barra, etc.

O formato de programação é:

```
G52 X..C ±5.5
```

Depois da função G52 se programará o eixo desejado, assim como a cota que define o ponto final de deslocamento.

O eixo se desloca para a cota programada até que chegue ao batente. Se o eixo chega à posição programada e não se chegou ao batente o CNC deterá o deslocamento.

A função G52 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje executar um movimento contra batente.

Além disso, assume as funções G01 e G40 alterando assim a historia do programa. É incompatível com as funções G00, G02, G03, G33, G34, G41, G42, G75 e G76.

6.15 Avanço F como função inversa do tempo (G32)

Há ocasiões que se torna mais simples definir o tempo que necessitam os diferentes eixos da máquina em efetuar o deslocamento, que fixar um avanço comum para todos eles.

Um caso típico se produz quando se deseja efetuar de maneira conjunta o deslocamento dos eixos lineais da máquina X, Y, Z e o deslocamento dum eixo rotativo programado em graus.

A função G32 indica que as funções "F" programadas a seguir, fixam o tempo em que se deve efetuar o deslocamento.

Com o objetivo de que um número maior de "F" indique um maior avanço, o valor atribuído a "F" se define como "Função inversa do tempo" e é interpretada como ativação do avanço em função inversa do tempo.

Unidades de "F": 1/min

Exemplo: G32 X22 F4

Indica que o movimento debe ser executado em ¼ de minuto, isto é, em 0.25 minutos.

A função G32 é modal e incompatível com G94 e G95.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G94 ou o código G95 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IFEED".

Considerações

O CNC mostrará na variável PRGFIN o avanço em função inversa do tempo que se programou, e na variável FEED o avanço resultante em mm/min ou pol/min.

Se o avanço resultante de algum dos eixos supera o máximo fixado no parâmetro de máquina geral "MAXFEED", o CNC aplica este máximo.

Nos deslocamentos em G00 não se leva em consideração a "F" programada. Todos os deslocamentos se efetuam com o avanço indicado no parâmetro de máquina de eixos "G00FEED".

Se se programa "F0" o deslocamento se efetua com o avanço indicado no parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

A função G32 pode ser programada e executada no canal de PLC.

A função G32 se desativa em modo JOG.

FUNÇÕES PREPARATÓRIAS ADICIONAIS

7

7.1 Interromper a preparação de blocos (G04)

O CNC vai lendo até vinte blocos por diante do que está executando, com o objetivo de calcular com antecipação a trajetória a percorrer.

Cada bloco será valorado, por default, no momento de ser lido, mas se se deseja valorar no momento da execução do referido bloco, se usará a função G04.

Esta função detém a preparação de blocos e espera que o referido bloco se execute para começar novamente a preparação de blocos.

Um caso deste tipo é a valorização da "condição de salto de bloco" que se define no cabeçalho do bloco.

Exemplo:

```
.
.
   G04           ; Interromper a preparação de blocos
/1 G01 X10 Y20   ; Condição de salto "/1"
.
.
```

A função G04 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje interromper a preparação de blocos.

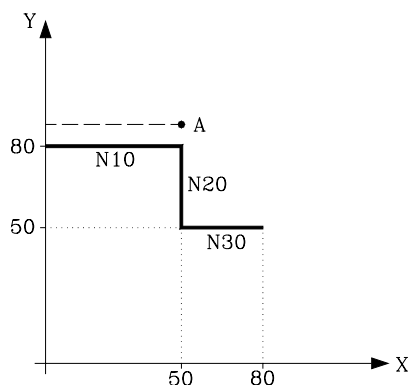
Se deve programar só e no bloco anterior ao que se deseja valorar na execução. A função G04 pode programar-se com G4.

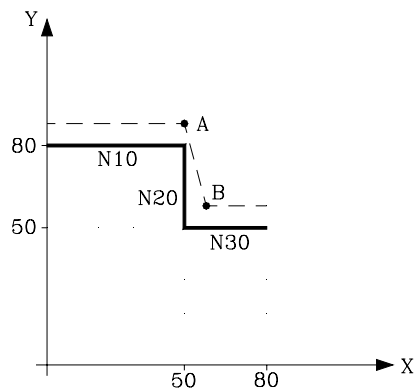
Cada vez que se programa G04 se anula temporariamente a compensação de raio e de longitude ativas.

Por isso, se deve ter precaução ao utilizar esta função, já que quando se intercala entre blocos de usinagem que trabalhem com compensação se podem obter perfis não desejados.

Exemplo: Se executam os seguintes blocos de programa num trecho com compensação G41.

```
...
   N10 X50 Y80
   N15 G04
/1 N17 M10
   N20 X50 Y50
   N30 X80 Y50
...
```

O bloco N15 detém a preparação de blocos, portanto a execução do bloco N10 finalizará no ponto A.

Depois de finalizada a execução do bloco N15, o CNC continuará a preparação de blocos a partir do bloco N17.

Como o próximo ponto correspondente à trajetória compensada é o ponto "B", o CNC deslocará a ferramenta até o referido ponto, executando a trajetória "A-B".

Como se pode observar a trajetória resultante não é a desejada, por isso que se aconselha evitar a utilização da função G04 em trechos que trabalhem com compensação.

7.1.1 G04 K0: Interrupção da preparação de blocos e atualização de cotas

Mediante a funcionalidade associada a G04 K0, se pode conseguir que depois de finalizar determinadas manobras de PLC, se atualizem as cotas dos eixos do canal.

As manobras de PLC que exigem uma atualização das cotas dos eixos do canal são as seguintes:

- Manobra de PLC utilizando as marcas SWITCH*.
- Manobras de PLC nas quais um eixo passa a indicador de posição e em seguida volta a ser eixo normal durante a execução de programas peça.

Funcionamento de G04:

Função	Descrição
G04	Interromper a preparação de blocos.
G04 K50	Executa uma temporização de 50 centésimas de segundo.
G04 K0 ou G04 K	Interrompe a preparação de blocos e atualização das cotas do CNC à posição atual. (G4 K0 funciona no canal de CNC e PLC).

7.2 Temporização (G04 K)

Por meio da função G04 K se pode programar uma temporização.

O valor da temporização se programa em centésimos de segundo mediante o formato K5 (1..99999).

Exemplo:

```
G04 K50     ; Temporização de 50 centésimas de segundo (0.5 segundos)
G04 K200    ; Temporização de 200 centésimas de segundo (2 segundos)
```

A função G04 K não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje uma temporização. A função G04 K pode programar-se com G4 K.

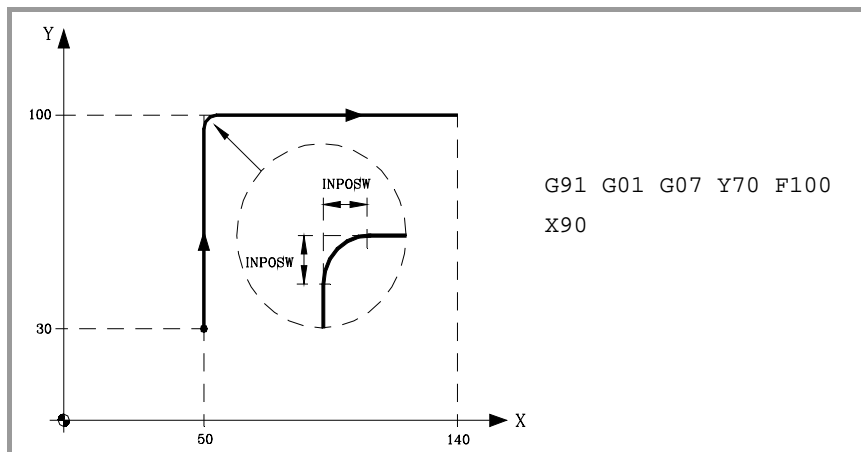
A temporização se executa no começo do bloco em que está programada.

Nota: Se se programa G04 K0 ou G04 K, em vez de se realizar uma temporização, se realizará uma interrupção de preparação de blocos e atualização de cotas. Ver *"7.1.1 G04 K0: Interrupção da preparação de blocos e atualização de cotas"* na página 69.

7.3 Trabalho em aresta viva (G07) e arredondamento de aresta (G05, G50)

7.3.1 Aresta viva (G07)

Quando se trabalha em G07 (aresta viva), o CNC não começa a execução do seguinte bloco do programa, até que o eixo atinja a posição programada.

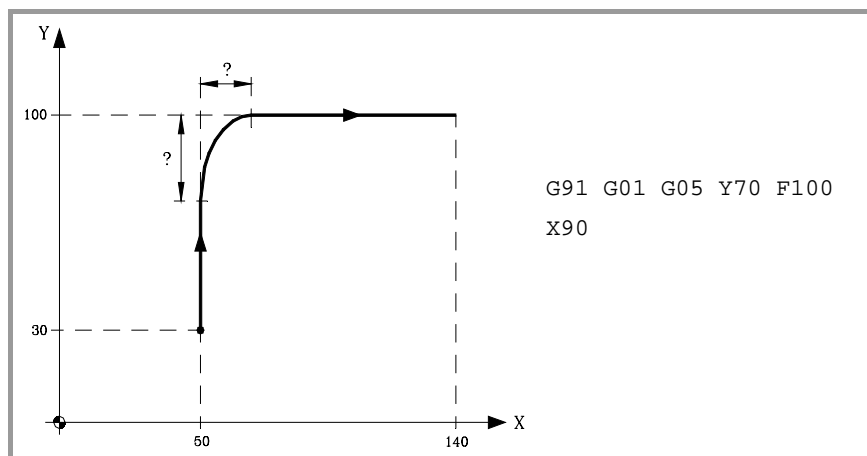
O CNC entende que se atingiu a posição programada quando o eixo se encontra a uma distancia inferior a "INPOSW" (banda de morte) da posição programada.

Os perfis teórico e real coincidem, obtendo-se cantos vivos, como se observa na figura.

A função G07 é modal e incompatível com G05, G50 e G51. A função G07 pode programar-se com G7.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

7.3.2 Arredondamento de aresta (G05)

Quando se trabalha em G05 (arredondamento de aresta), o CNC não começa a execução do seguinte bloco do programa, depois de finalizada a interpolação teórica do bloco atual. Não espera que os eixos se encontrem em posição.

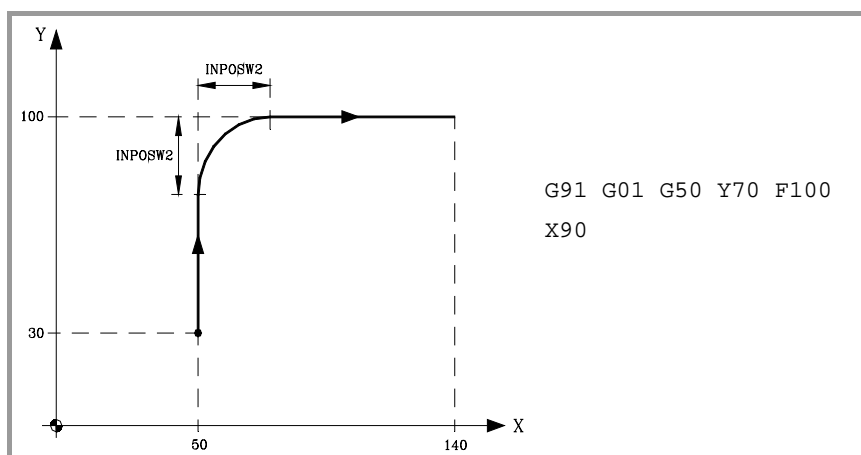
A distância da posição programada à que começa a execução do bloco seguinte depende da velocidade de avanço dos eixos.

Por meio desta função obter-se-ão cantos arredondados, tal e como se observa na figura.

A diferença entre os perfis teórico e real, está na função do valor do avanço F programado. Quanto maior seja o avanço, maior será a diferença entre ambos os perfis.

A função G05 é modal e incompatível com G07, G50 e G51. A função G05 pode programar-se com G5.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

7.3.3 Arredondamento de aresta controlada (G50)

Quando se trabalha no G50 (arredondamento de aresta controlada), o CNC, depois de finalizada a interpolação teórica do bloco atual, espera que o eixo entre dentro da zona "INPOSW2" para continuar com a execução do bloco seguinte.

A função G50 controla que a diferença entre os perfis teórico e real seja inferior ao definido no parâmetro "INPOSW2".

Pelo contrário, quando se trabalha com a função G05, a diferença está na função do valor do avanço F programado. Quanto maior seja o avanço, maior será a diferença entre ambos os perfis.

A função G50 é modal e incompatível com G07, G05 e G51.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

7.4 Look-ahead (G51)

A execução de programas formados por blocos com deslocamentos muito pequenos (CAM, etc.) podem ter a tendência de tornar-se mais lentos. A função look-ahead permite atingir uma velocidade de usinagem alta na execução dos referidos programas.

A função look-ahead analisa antecipadamente a trajetória a usinar até 75 blocos para calcular o avanço máximo em cada trecho. Esta função permite obter uma usinagem suave e rápida em programas com deslocamentos muito pequenos, inclusive do tamanho de micros.

É aconselhável possuir a opção CPU-TURBO quando se utiliza a função look-ahead.

Quando se trabalha com a função "Look-Ahead" é conveniente ajustar os eixos da máquina com o menor erro de seguimento possível, pois o erro do contorno usinado será no mínimo o erro de seguimento.

Formato de programação.

O formato de programação é:

```
G51 [A] E
```

A (0-255) É opcional e define o percentual de aceleração a utilizar.
Se não se programa ou se programa com valor zero assume, para cada eixo, a aceleração definida por parâmetro de máquina.

E (5.5) Erro de contorno permitido.
Quanto menor seja este parâmetro, menor será o avanço da usinagem.

O parâmetro "A" permite dispor de uma aceleração de trabalho padrão e de outra aceleração para a execução com look-ahead.

Considerações à execução.

O CNC à hora de calcular o avanço leva em consideração o seguinte:

- O avanço programado.
- A curvatura e os cantos.
- O avanço máximo dos eixos.
- As acelerações máximas.
- O jerk.

Se durante a execução em "Look-ahead" se dá uma das circunstâncias que se citam a seguir, o CNC baixa a velocidade no bloco anterior a 0 e recupera as condições de usinagem no "Look-Ahead" no próximo bloco de movimento.

- Bloco sem movimento.
- Execução de funções auxiliares (M, S, T).
- Executando bloco a bloco.
- Modo MDI.
- Modo de inspeção de ferramenta.

Se se produz um Stop, Feed-Hold, etc. Durante a execução em "Look-Ahead", provavelmente a máquina não se deterá no bloco atual, se vão a necessitar vários blocos mais para parar com a desaceleração permitida.

Propriedades da função.

A função G51 é modal e incompatível com G05, G07 e G50. Se se programa uma delas, se desativará a função G51 e se ativará a nova função selecionada.

A função G51 deverá programar-se somente no bloco, não podendo existir mais informação no referido bloco.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC anula, se está ativa, a função G51 e assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

O CNC dará erro 7 (Funções G incompatíveis), se estando ativa a função G51, se executa uma das seguintes funções:

G33	Rosqueamento eletrónico.
G34	Rosqueamento de passo variável.
G52	Movimento contra batente.
G95	Avanço por rotação.

7.5 Espelhamento (G10, G11, G12, G13, G14)

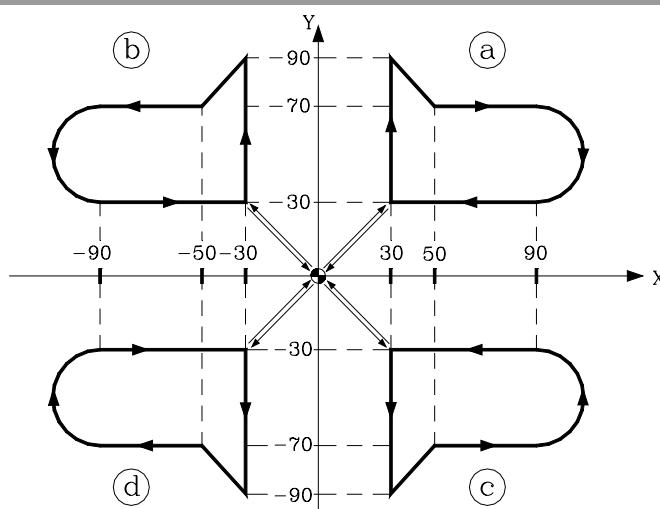
As funções para ativar o espelhamento são as seguintes.

G10:	Espelhamento.
G11:	Espelhamento no eixo X.
G12:	Espelhamento no eixo Y.
G13:	Espelhamento no eixo Z.
G14:	Espelhamento em qualquer eixo (X..C), ou em vários, ao mesmo tempo.

Exemplos:

G14 W

G14 X Z A B

Quando o CNC trabalha com espelhamento, executa os deslocamentos programados nos eixos que tenham selecionado espelhamento, com o sinal mudado.

A seguinte sub-rotina define a usinagem da peça "a".

```
G91 G01 X30 Y30 F100
Y60
X20 Y-20
X40
G02 X0 Y-40 I0 J-20
G01 X-60
X-30 Y-30
```

A programação de todas as peças será:

Execução da sub-rotina	; Usinagem "a".
G11	; Espelhamento no eixo X.
Execução da sub-rotina	; Usinagem "b".
G10 G12	; Espelhamento no eixo Y.
Execução da sub-rotina	; Usinagem "c".
G11	; Espelhamento nos eixos X e Y.
Execução da sub-rotina	; Usinagem "d".
M30	; Fim de programa

As funções G11, G12, G13 e G14 são modais e incompatíveis com G10.

Se podem programar ao mesmo tempo G11, G12 e G13 no mesmo bloco, já que não são incompatíveis entre si. A função G14 deverá programar-se somente num bloco, não podendo existir mais informação neste bloco.

Num programa com espelhamento se se encontra também ativada a função G73 (rotação do sistema de coordenadas), o CNC aplicará primeiro a função espelhamento e seguidamente a rotação.

Se ao estar ativa uma das funções espelhamento (G11, G12, G13, G14) se executa uma pré-seleção de cotas G92, esta não fica afetada pela função espelhamento.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G10.

7.6 Fator de escala (G72).

Por meio da função G72 se podem ampliar ou reduzir peças programadas.

Desta maneira podem-se realizar famílias de peças semelhantes de forma, mas de dimensões diferentes com um só programa.

A função G72 deverá programar-se somente num bloco. Existem dois formatos de programação da função G72:

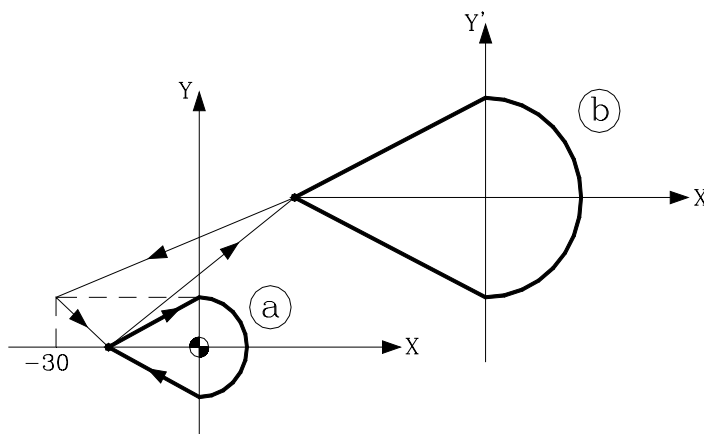
- Fator de escala aplicado a todos os eixos.
- Fator de escala aplicado a um ou mais eixos.

7.6.1 Fator de escala aplicado a todos os eixos

O formato de programação é:

```
G72 S5.5
```

Depois de G72 todas as coordenadas programadas multiplicar-se-ão pelo valor do fator de escala definido por S, até que se leia uma nova definição de fator de escala G72 ou se anule a mesma.

Exemplo de programação sendo o ponto de partida X-30 Y10.

A seguinte sub-rotina define a usinagem da peça.

```
G90 X-19 Y0
G01 X0 Y10 F150
G02 X0 Y-10 I0 J-10
G01 X-19 Y0
```

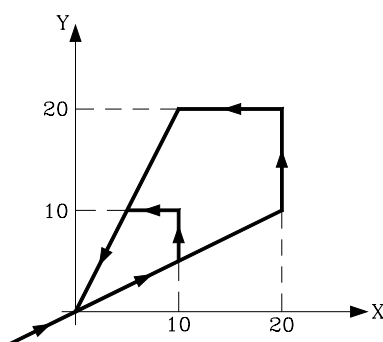
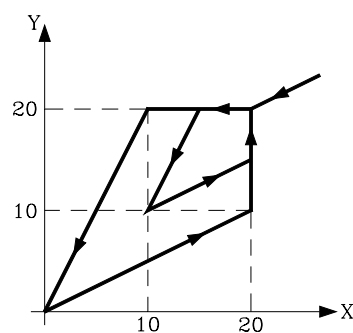
A programação das duas peças será:

Execução da sub-rotina. Usinagem "a".

```
G92 X-79 Y-30          ; Pré-seleção de cotas
                       (deslocamento de origem de coordenadas)
G72 S2                 ; Aplica fator de escala de 2.
```

Execução da sub-rotina. Usinagem "b".

```
G72 S2; Anular fator de escala
M30                    ; Fim de programa
```

Exemplos de aplicação do fator de escala.

```
G90 G00 X0 Y0
N10 G91 G01 X20 Y10
Y10 X-10
X-10 X20
N20 X-10 Y-20

; Fator de escala
G72 S0.5

; Repete do bloco 10 ao bloco 20
(RPT N10,20)
M30
```

```
G90 G00 X20 Y20
N10 G91 G01 X-10
Y-20
Y10
N20 Y10

; Fator de escala
G72 S0.5

; Repete do bloco 10 ao bloco 20
(RPT N10,20)
M30
```

A função G72 é modal e será anulada ao programar outro fator de escala de valor S1, ou também no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

7.6.2 Fator de escala aplicado a um ou vários eixos.

O formato de programação é:

```
G72 X...C 5.5
```

Depois de G72 se programará o eixo ou eixos e o fator de escala desejados.

Todos os bloques programados a seguir de G72 serão tratados pelo CNC do seguinte modo:

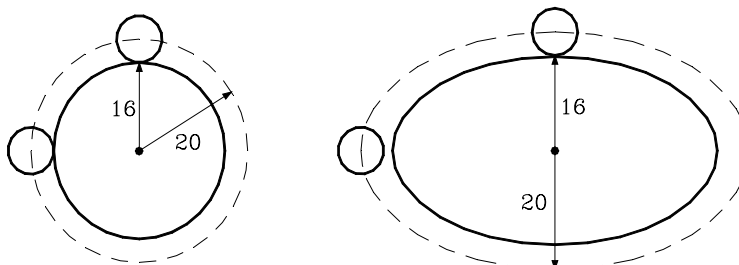
1. O CNC calculará os deslocamentos de todos os eixos em função da trajetória e compensação programada.
2. Em seguida aplicará o fator de escala indicado ao deslocamento calculado do eixo ou eixos correspondentes.

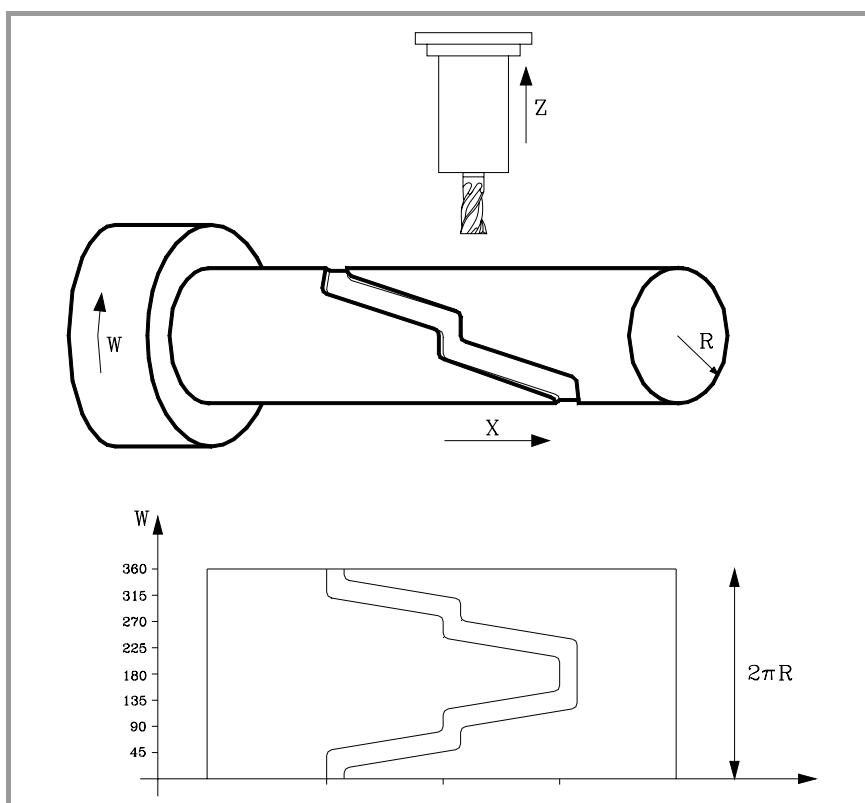
Se se seleciona o fator de escala aplicado a um ou vários eixos, o CNC aplicará o fator de escala indicado tanto ao deslocamento do eixo ou eixos correspondentes, como ao avanço dos mesmos.

Se no mesmo programa se aplicam as duas modalidades do fator de escala, o aplicado a todos os eixos e o aplicado a um ou vários eixos, o CNC aplica ao eixo ou eixos afetados por ambas as modalidades, um fator de escala igual ao produto dos dois fatores de escala programados para o referido eixo.

A função G72 é modal e será anulada ao programar outro fator de escala de valor S1, ou também no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

Quando se realizam simulações sem deslocamento de eixos não se leva em consideração este tipo de fator de escala.

Aplicação do fator de escala a um eixo do plano, trabalhando com compensação radial da ferramenta.

Como se pode observar a trajetória da ferramenta não coincide com a trajetória desejada, porque se aplica fator de escala ao deslocamento calculado.

Se a um eixo giratório se aplica um fator de escala igual a 360/2πR sendo R o raio do cilindro sobre o que se deseja usinar, se pode tratar o referido eixo como um linear e programar sobre a superfície cilíndrica qualquer figura com compensação de raio da ferramenta.

7.7 Rotação do sistema de coordenadas (G73)

A função G73 permite girar o sistema de coordenadas tomando como centro de rotação, a origem de coordenadas ou então o centro de rotação programado.

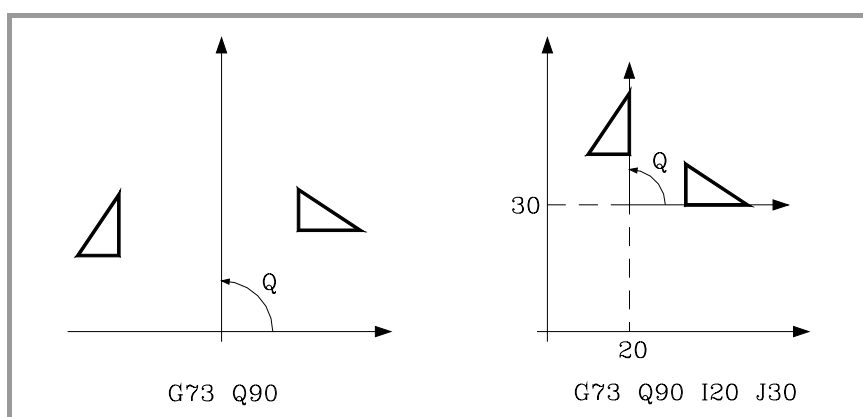
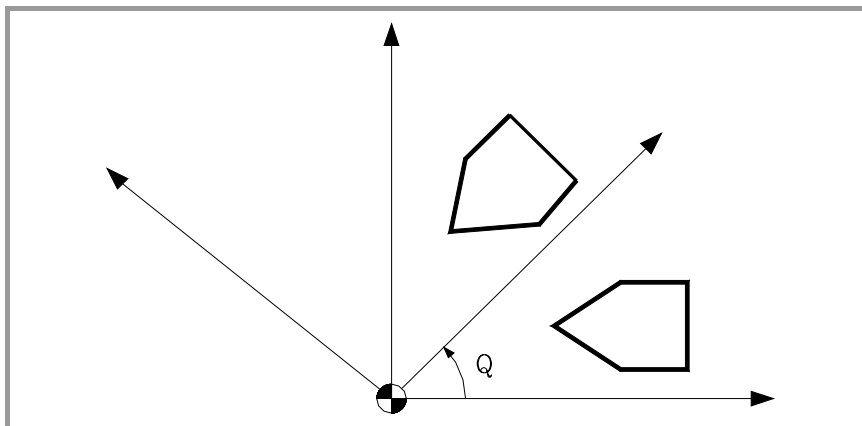
O formato que define a rotação é o seguinte:

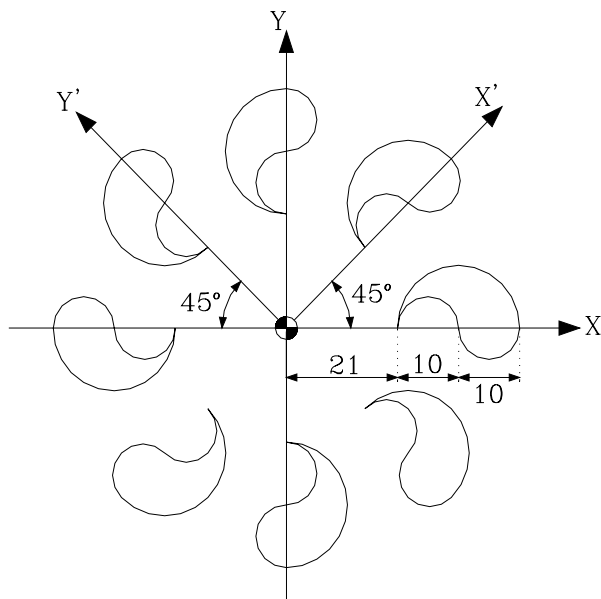
```
G73 Q+/5.5 I±5.5 J±5.5
```

Onde:

Q: Indica o ângulo de rotação em graus.

I, J: São opcionais e definem a abcissa e ordenada, respectivamente, do centro de rotação. Se não se definem, se tomará a origem de coordenadas como centro de rotação.

Os valores I e J se definirão em cotas absolutas e referidas ao zero de coordenadas do plano de trabalho. Estas cotas ver-se-ão afetadas pelo fator de escala e espelhamento ativos.

Tem que se levar em consideração que a função G73 é incremental, isto é, vão-se somando os diferentes valores de Q programados.

A função G73 deverá programar-se somente num bloco.

Sendo o ponto inicial X0 Y0, se tem:

```
N10 G01 X21 Y0 F300      ; Posicionamento em ponto inicial
G02 Q0 I5 J0
G03 Q0 I5 J0
Q180 I-10 J0
N20 G73 Q45              ; Rotação de coordenadas
(RPT N10, N20) N7        ; Repete 7 vezes do bloco 10 ao bloco 20
M30                      ; Fim de programa
```

Num programa com rotação do sistema de coordenadas, se se encontra também ativada alguma função de espelhamento, o CNC aplicará primeiro a função espelhamento e seguidamente a rotação.

A anulação da função de rotação de coordenadas se realiza programando G73 (somente sem o valor do ângulo), ou então mediante G16, G17, G18, G19 ou no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou então depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

COMPENSAÇÃO DE FERRAMENTAS

8

O CNC possui uma tabela de corretores de comprimento, definida mediante o parâmetro de máquina geral "NTOFFSET", especificando-se por cada corretor:

- O raio da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato R±5.5
- O comprimento da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato L±5.5.
- Desgaste do raio da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato I±5.5 O CNC acrescentará este valor ao raio teórico (R) para calcular o raio real (R+I).
- Desgaste do comprimento da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato K±5.5. O CNC acrescentará este valor ao comprimento teórico (L) para calcular o comprimento real (L+K).

Quando se deseja compensação radial da ferramenta (G41 ou G42), o CNC aplica como valor de compensação de raio a soma dos valores R+I do corretor selecionado.

Quando se deseja compensação de comprimento da ferramenta (G43), o CNC aplica como valor de compensação de comprimento a soma dos valores L+K do corretor selecionado.

8.1 Compensação do raio da ferramenta (G40, G41, G42)

Nos trabalhos habituais de fresagem, é necessário calcular e definir a trajetória da ferramenta levando em consideração o raio da mesma, de forma que se obtenham as dimensões desejadas da peça.

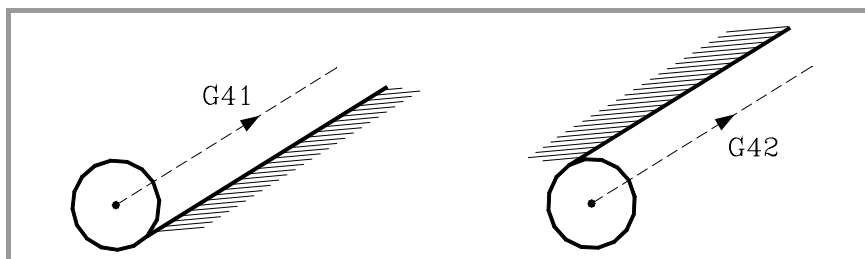
A compensação de raio de ferramenta, permite programar diretamente o contorno da peça sem levar em consideração as dimensões da ferramenta.

O CNC calcula de maneira automática a trajetória que deve seguir a ferramenta, a partir do contorno da peça e do valor do raio da ferramenta armazenado na tabela de corretores.

Existem três funções preparatórias para a compensação do raio de ferramenta:

G40: Anulação da compensação de raio da ferramenta.

G41: Compensação de raio de ferramenta à esquerda.

G42: Compensação de raio de ferramenta à direita.

G41	A ferramenta fica à esquerda da peça conforme o sentido da usinagem.
G42	A ferramenta fica à direita da peça conforme o sentido da usinagem.

Os valores da ferramenta R, L, I, K, devem estar armazenados na tabela de corretores antes de começar o trabalho de usinagem, ou então carregar-se no começo do programa mediante atribuições às variáveis TOR, TOL, TOI, TOK.

Depois de determinado com os códigos G16, G17, G18 ou G19 o plano em que se vai a aplicar a compensação, esta fica efetiva mediante G41 ou G42, adquirindo o valor do corretor selecionado com o código D, ou na falta desta, pelo corretor indicado na tabela de ferramentas para a ferramenta T selecionada.

As funções G41 e G42 são modais e incompatíveis entre si, e são anuladas mediante G40, G04 (interromper a preparação de blocos), G53 (programação com respeito a zero máquina), G74 (busca do zero), ciclos fixos de usinagem (G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89), e também no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

8.1.1 Inicio de compensação de raio da ferramenta

Depois de que mediante G16, G17, G18 ou G19 se selecionou o plano no qual se deseja aplicar a compensação de raio de ferramenta, devem utilizar-se para o início da mesma os códigos G41 ou G42.

G41: Compensação de raio de ferramenta à esquerda.

G42: Compensação de raio de ferramenta à direita.

No mesmo bloco no qual se programa G41 ou G42, ou em um anterior, deve ter-se programado as funções T e D ou só T, para selecionar na tabela de corretores o valor de correção a aplicar. Em caso de não se selecionar nenhum corretor, o CNC assumirá D0 com os valores R0 L0 I0 K0.

Quando a nova ferramenta selecionada tem associada a função M06 e Esta possui sub-rotina associada, o CNC tratará o primeiro bloco de movimento da referida sub-rotina como bloco de inicio de compensação.

Se na referida sub-rotina se executa um bloco no que se encontra programada a função G53 (programação em cotas de máquina), se anula a função G41 ou G42 selecionada previamente.

A seleção da compensação de raio da ferramenta (G41 ou G42) somente se pode realizar quando estão ativas as funções G00 ou G01 (movimentos retilíneos).

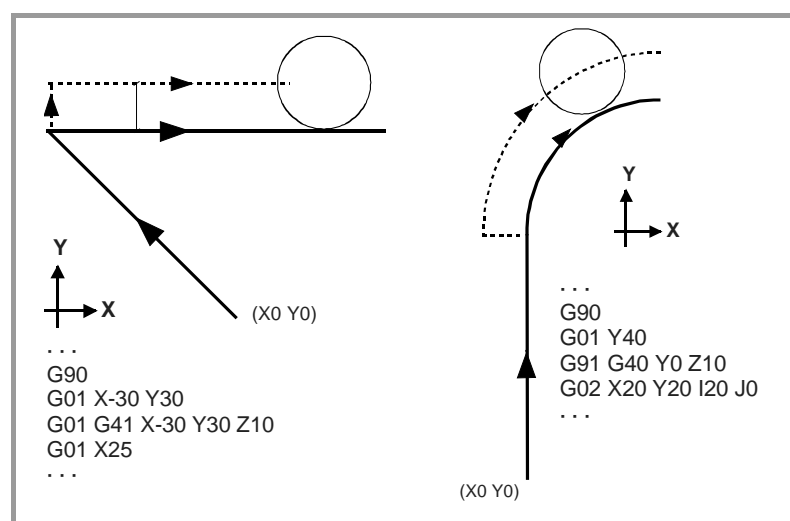
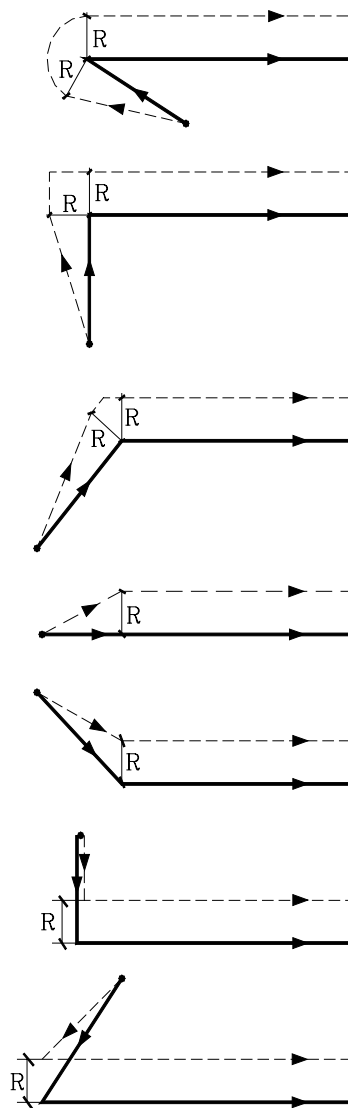
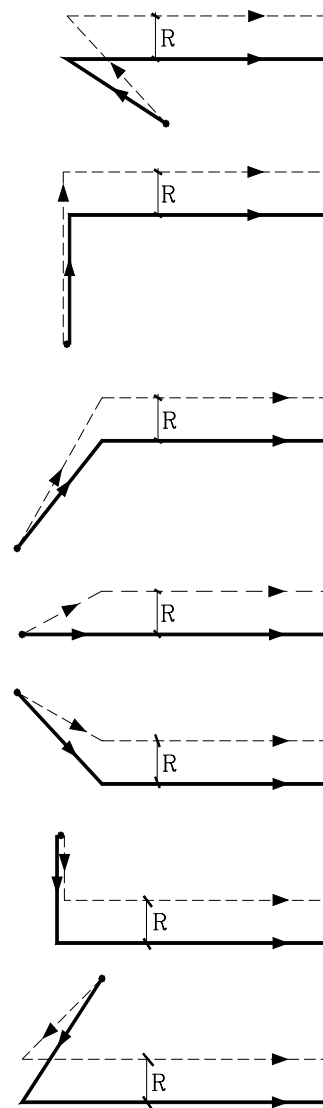
Se a seleção da compensação se realiza estando ativas G02 ou G03, o CNC mostrará o erro correspondente.

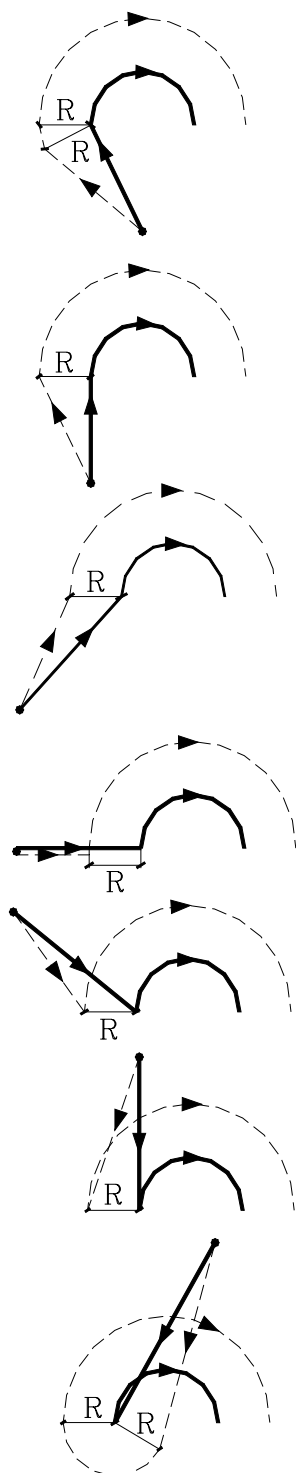
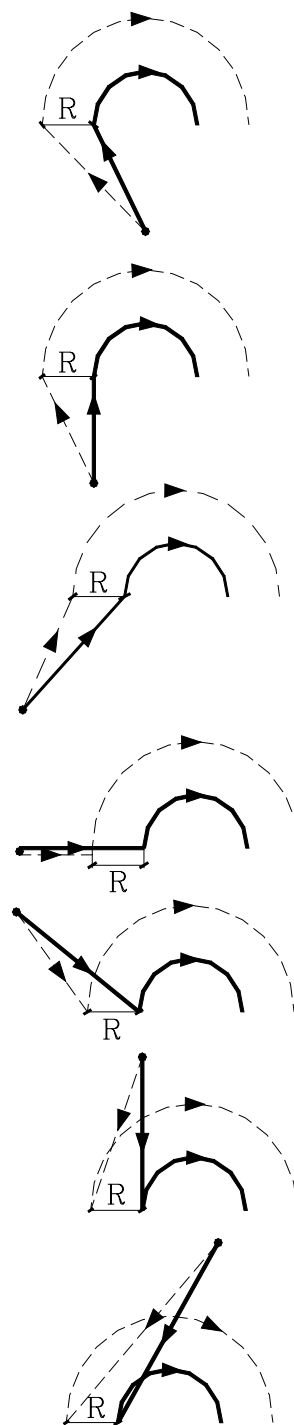
Nas páginas seguintes se mostram diferentes casos de inicio de compensação de raio de ferramenta, nas quais a trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontínuo.

Inicio da compensação sem deslocamento programado

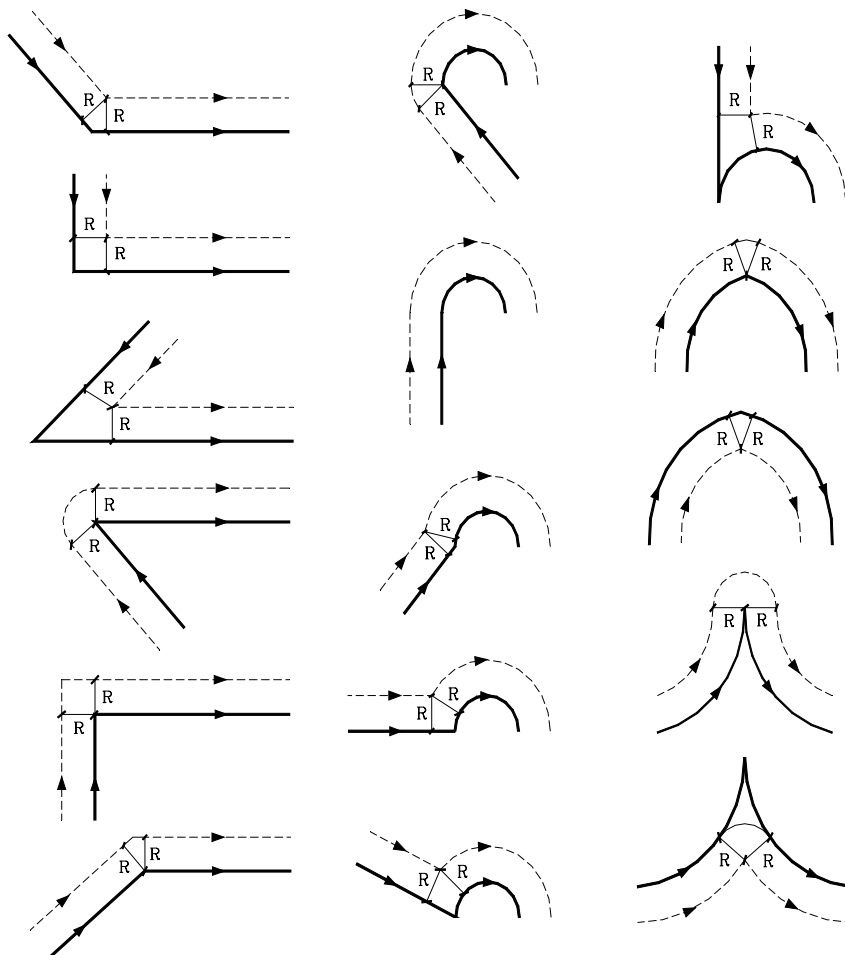
Depois de ativar a compensação, pode acontecer que no primeiro bloco de movimento não intervenham os eixos do plano, quer seja porque não foram programados, ou porque se programou o mesmo ponto no que se encontra a ferramenta ou então porque se programou um deslocamento incremental nulo.

Neste caso a compensação se efetua no ponto em que se encontra a ferramenta; em função do primeiro deslocamento programado no plano, a ferramenta se desloca perpendicular à trajetória sobre o ponto inicial.

O primeiro deslocamento programado no plano poderá ser linear ou circular.

Trajetória RETA-RETA

Trajetória RETA-CURVA

8.1.2 Trechos de compensação de raio de ferramenta

O CNC vai lendo até vinte blocos por diante do que está executando, com o objetivo de calcular com antecipação a trajetória a percorrer. O CNC quando trabalha com compensação, necessita conhecer o deslocamento programado seguinte, para calcular a trajetória a percorrer, por esse motivo não se poderá programar 18 ou mais blocos seguidos sem movimento.

A seguir se mostram uns gráficos onde se refletem as diversas trajetórias seguidas por uma ferramenta controlada por um CNC programado com compensação de raio. A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

O modo no qual se faz a junção das diferentes trajetórias depende de como tenha sido personalizado o parâmetro de máquina COMPMODE.

- Se se personalizou com valor ·0·, o método de compensação depende do ângulo entre trajetórias.

  Com um ângulo entre trajetórias até 300º, ambas trajetórias se unem com trechos retos. No resto dos casos ambas trajetórias se unem com trechos circulares.

- Se se personalizou com valor ·1·, ambas as trajetórias se unem com trechos circulares.

- Se se personalizou com valor ·2·, o método de compensação depende do ângulo entre trajetórias.

  Com um ângulo entre trajetórias até 300º, se calcula a interseção. No resto dos casos se compensa como COMPMODE = 0.

8.1.3 Anulação de compensação de raio de ferramenta

A anulação da compensação do raio se efetua mediante a função G40.

Tem que ser levado em consideração que a anulação da compensação do raio (G40), somente pode efetuar-se num bloco no qual esteja programado um movimento retilíneo (G00 ou G01).

Quando se programa G40, estando ativas as funções G02 ou G03, o CNC visualizará o erro correspondente.

Nas páginas seguintes se mostram diferentes casos de anulação de compensação de raio de ferramenta, nas quais a trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontínuo.

Fim da compensação sem deslocamento programado

Depois de anular a compensação, pode acontecer que no primeiro bloco de movimento não intervenham os eixos do plano, quer seja porque não foram programados, ou porque se programou o mesmo ponto no que se encontra a ferramenta ou então porque se programou um deslocamento incremental nulo.

Neste caso a compensação se anula no ponto em que se encontra a ferramenta; em função do último deslocamento executado no plano, a ferramenta se desloca ao ponto final sem compensar a trajetória programada.

Trajetória RETA-RETA

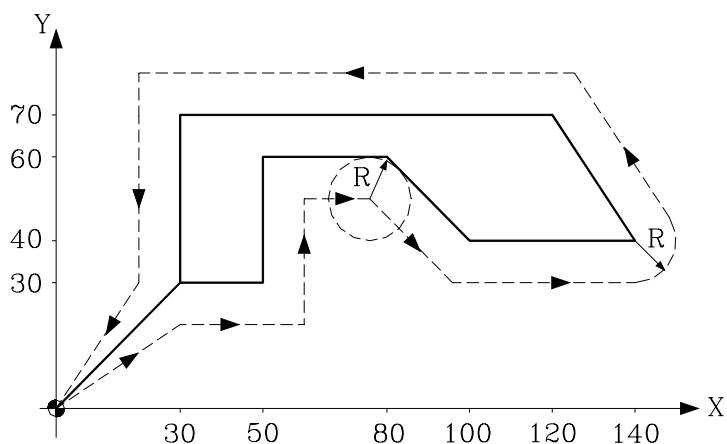
Trajetória CURVA-RETA

Exemplo de usinagem com compensação de raio

A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

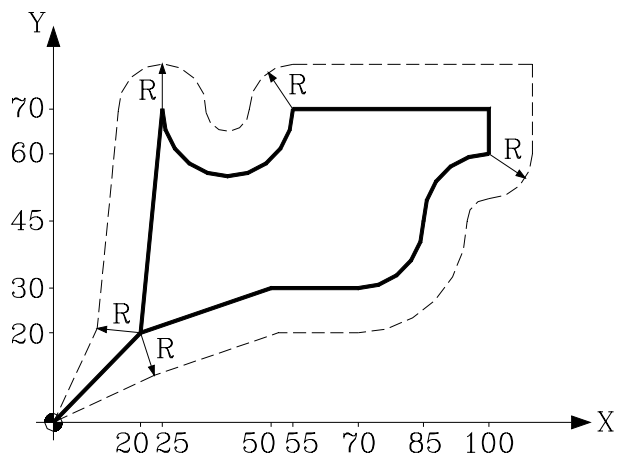
Raio da ferramenta	10mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z0

; Ferramenta, corretor e arranque eixo-árvore a S100
G90 G17 S100 T1 D1 M03

; Inicia compensação
G41 G01 X40 Y30 F125Y70
X90
Y30
X40

; Anula compensação
G40 G00 X0 Y0
M30
```

Exemplo de usinagem com compensação de raio

A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

Raio da ferramenta	10mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z0
; Ferramenta, corretor e arranque eixo-árvore a S100
G90 G17 F150 S100 T1 D1 M03
; Inicia compensação
G42 G01 X30 Y30
X50
Y60
X80
X100 Y40
X140
X120 Y70
X30
Y30
; Anula compensação
G40 G00 X0 Y0
M30
```

Exemplo de usinagem com compensação de raio

A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

Raio da ferramenta	10mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z0

; Ferramenta, corretor e arranque eixo-árvore a S100
G90 G17 F150 S100 T1 D1 M03

; Inicia compensação
G42 G01 X20 Y20
X50 Y30
X70
G03 X85Y45 I0 J15
G02 X100 Y60 I15 J0
G01 Y70
X55
G02 X25 Y70 I-15 J0
G01 X20 Y20

; Anula compensação
G40 G00 X0 Y0 M5
M30
```

8.1.4 Mudança do tipo de compensação de raio durante a usinagem

A compensação se pode mudar de G41 a G42 ou vice-versa sem necessidade de anulá-la com G40. A mudança se pode realizar em qualquer bloco de movimento e incluso num de movimento nulo; isto é, sem movimento nos eixos do plano ou programando duas vezes o mesmo ponto.

Se compensam, independentemente, o último movimento anterior à mudança e o primeiro movimento posterior à mudança. Para realizar a mudança do tipo de compensação, os diferentes casos se resolvem seguindo os seguintes critérios:

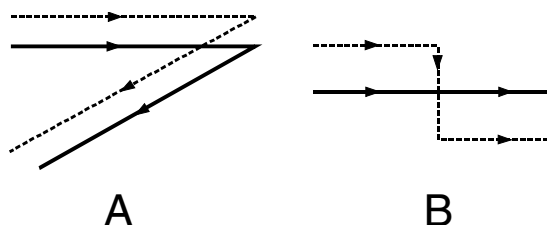
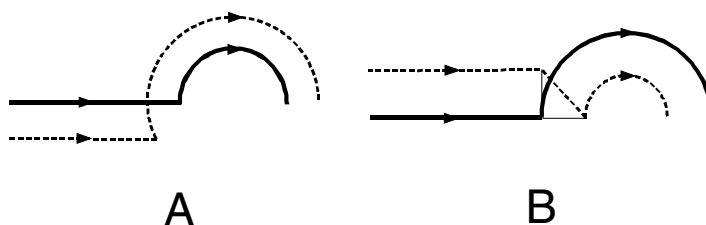
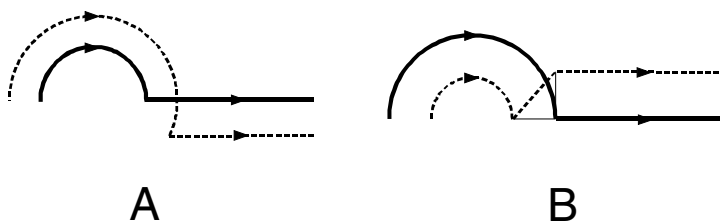
A. As trajetórias compensadas se cortam.

As trajetórias programadas se compensam cada uma pelo lado que lhe corresponde. A mudança de lado se produz no ponto de corte entre ambas as trajetórias.

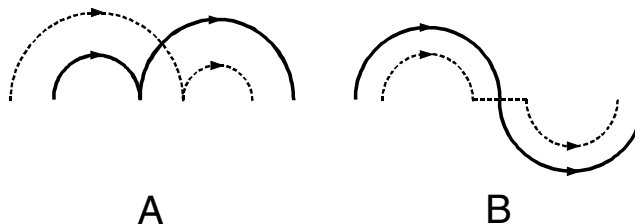
B. As trajetórias compensadas não se cortam.

Se introduz um trecho adicional entre ambas trajetórias. Desde o ponto perpendicular à primeira trajetória no ponto final até ao ponto perpendicular à segunda trajetória no ponto inicial. Ambos os pontos se situam a uma distância R da trajetória programada.

A seguir se expõe um resumo dos diferentes casos:

Trajetória reta – reta:

Trajetória reta – rarco:

Trajetória arco – reta:

Trajetória arco – arco:

8.2 Compensação do comprimento da ferramenta (G43, G44, G15)

A compensação longitudinal permite compensar possíveis diferenças de comprimento entre a ferramenta programada e a ferramenta que se vai empregar.

A compensação longitudinal se aplica ao eixo indicado pela função G15, ou na falta deste, ao eixo perpendicular ao plano principal.

Se G17 se aplica compensação longitudinal ao eixo Z

Se G18 se aplica compensação longitudinal ao eixo Y

Se G19 se aplica compensação longitudinal ao eixo X

Sempre que se programe uma das funções G17, G18 ou G19, o CNC assume como novo eixo longitudinal (eixo sobre o que se realizará a compensação longitudinal), o eixo perpendicular ao plano selecionado.

Pelo contrário, quando se executa a função G15 estando ativa uma das funções G17, G18 ou G19, o novo eixo longitudinal selecionado, mediante G15, substituirá o anterior.

Os códigos das funções utilizadas na compensação de comprimento são:

G43: Compensação do comprimento da ferramenta.

G44: Anulação de compensação de comprimento de ferramenta

A função G43 somente indica que se deseja aplicar compensação longitudinal. O CNC aplica a referida compensação a partir do momento em que se efetua um deslocamento do eixo longitudinal.

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z50
 ; Ferramenta, corretor...
G90 G17 F150 S100 T1 D1 M03
; Seleciona compensação
G43 G01 X20 Y20
X70
; Inicia compensação
Z30
```

O CNC compensa o comprimento de acordo com o valor do corretor selecionado com o código D, ou na falta deste, pelo corretor indicado na tabela de ferramentas para a ferramenta T selecionada.

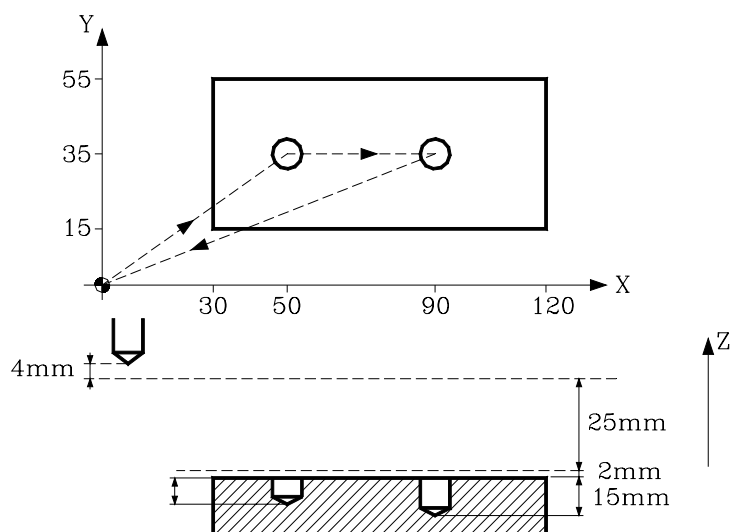
Os valores da ferramenta R, L, I, K, devem estar armazenados na tabela de corretores antes de começar o trabalho de usinagem, ou então carregar-se no começo do programa mediante atribuições às variáveis TOR, TOL, TOI, TOK.

Em caso de não se selecionar nenhum corretor, o CNC assumirá D0 com os valores R0 L0 I0 K0.

A função G43 é modal e pode ser anulada mediante as funções G44 e G74 (busca de zero). Se se personalizou o parâmetro geral "ILCOMP=0" também se anula no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

A função G53 (programação com respeito a zero máquina) anula temporariamente a função G43, somente durante a execução do bloco que contém G53.

A compensação de comprimento pode usar-se junto com os ciclos fixos, mas neste caso tem que ter a precaução de aplicar a referida compensação antes do começo do ciclo.

Exemplo de usinagem com compensação de comprimento

Presume-se que a ferramenta utilizada é 4 mm mais curta que a programada.

Comprimento da ferramenta	-4mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

; Pré-seleção

```
G92 X0 Y0 Z0
```

; Ferramenta, corretor...

```
G91 G00 G05 X50 Y35 S500 M03
```

; Inicia compensação

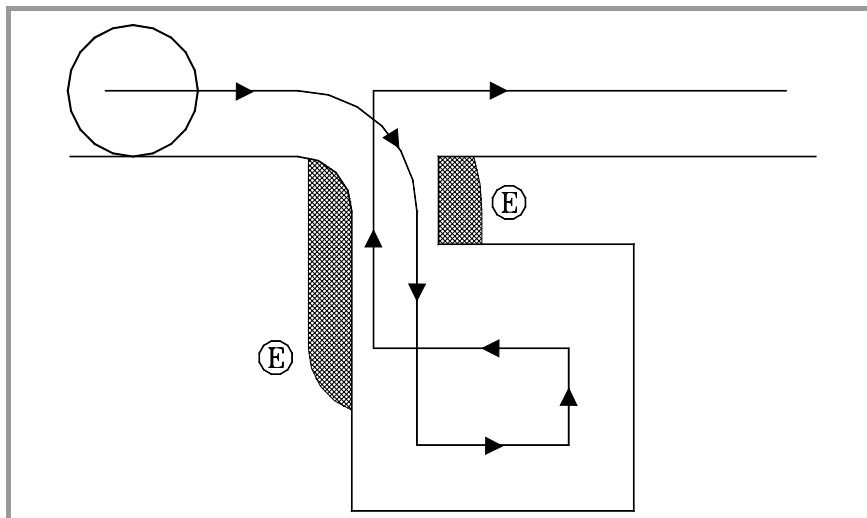
```
G43 Z-25 T1 D1
G01 G07 Z-12 F100
G00 Z12
X40
G01 Z-17
```

; Anula compensação

```
G00 G05 G44 Z42 M5
G90 G07 X0 Y0
M30
```

8.3 Detecção de choques (G41 N, G42 N)

Mediante esta opção, o CNC permite analisar com antecipação os blocos a executar com o objetivo de detectar voltas (interseções do perfil com ele próprio) ou colisões no perfil programado. O número de blocos a analisar pode ser definido pelo usuário, podendo ser analisados até 50 blocos.

O exemplo mostra erros de usinagem (E) devidos a uma colisão no perfil programado. Este tipo de erros se pode evitar mediante a detecção de colisões.

Quando se detecta uma volta ou uma colisão, os blocos que a originam não serão executados e se mostrará um aviso por cada volta ou colisão eliminada.

Casos possíveis: Degrau na trajetória reta, degrau em trajetória circular e raio de compensação demasiado grande.

A informação contida nos blocos eliminados, e que não seja o movimento no plano ativo, será executada (incluindo os movimentos de outros eixos).

A detecção de blocos se define e ativa mediante as funções de compensação de raio, G41 e G42. Se inclui um novo parâmetro N (G41 N e G42 N) para ativar a função e definir o número de blocos a analisar.

Valores possíveis desde N3 até N50. Sem "N", ou com N0, N1 e N2 atua como em versões anteriores.

Nos programas gerados via CAD que estão formados por muitos blocos de comprimento mui pequeno se recomenda utilizar valores de N baixos (da ordem de 5) se não se quer penalizar o tempo de processo de bloco

Quando está ativa esta função se mostra G41 N ou G42 N na história de funções G ativas.

CICLOS FIXOS

9

Os ciclos fixos podem ser executados em qualquer plano, realizando-se o aprofundamento conforme o eixo selecionado como eixo longitudinal mediante a função G15, ou na falta deste, conforme o eixo perpendicular ao referido plano.

As funções que possui o CNC para definir os ciclos fixos de usinagem são:

G69	Ciclo fixo de furação profunda com passo variável.
G81	Ciclo fixo de furação.
G82	Ciclo fixo de furação com temporização.
G83	Ciclo fixo de furação profunda com passo constante.
G84	Ciclo fixo de rosqueamento com macho.
G85	Ciclo fixo de escareado.
G86	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em avanço rápido G00.
G87	Ciclo fixo do bolsão retangular.
G88	Ciclo fixo do bolsão circular.
G89	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em avanço de trabalho G01.

Além disso, possui as seguintes funções que podem ser utilizadas com os ciclos fixos de usinagem:

G79	Modificação de parâmetros do ciclo fixo.
G98	Volta ao plano de partida, depois de executado o ciclo fixo.
G99	Volta ao plano de referência, depois de executado o ciclo fixo.

9.1 Definição de ciclo fixo

Um ciclo fixo se define mediante a função G indicativa de ciclo fixo e os parâmetros correspondentes ao ciclo desejado.

Não se poderá definir um ciclo fixo num bloco que contenha movimentos não lineares (G02, G03, G08, G09, G33 o G34).

Da mesma maneira, não se permite executar um ciclo fixo estando ativas as funções G02, G03, G33 ou G34. Além disso, o CNC visualizará o erro correspondente.

Não obstante, depois de definido um ciclo fixo, nos blocos que se seguem, poderá programar-se as funções G02, G03, G08 ou G09.

9.2 Zona de influência de ciclo fixo

Depois de definido um ciclo fixo, este se mantém ativo, ficando todos os blocos que se programem a seguir sob a influência do referido ciclo fixo, enquanto este não seja anulado.

Isto é, cada vez que se executa um bloco no qual se programou algum movimento dos eixos, o CNC efetuará, depois do deslocamento programado, a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo.

Se num bloco de movimento que esteja dentro da zona de influência do ciclo fixo, se programa no final do bloco, o "número de vezes que se executa o bloco" (N), o CNC efetua o deslocamento programado e a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo, o número de vezes que se indica.

Quando se programa um "número de vezes" NÃ0, não se executará a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo. O CNC executará somente o deslocamento programado.

Dentro da zona de influência de um ciclo fixo, se existe um bloco que não contenha movimento, não se efetuará a usinagem correspondente ao ciclo fixo definido, a não ser no bloco de chamada.

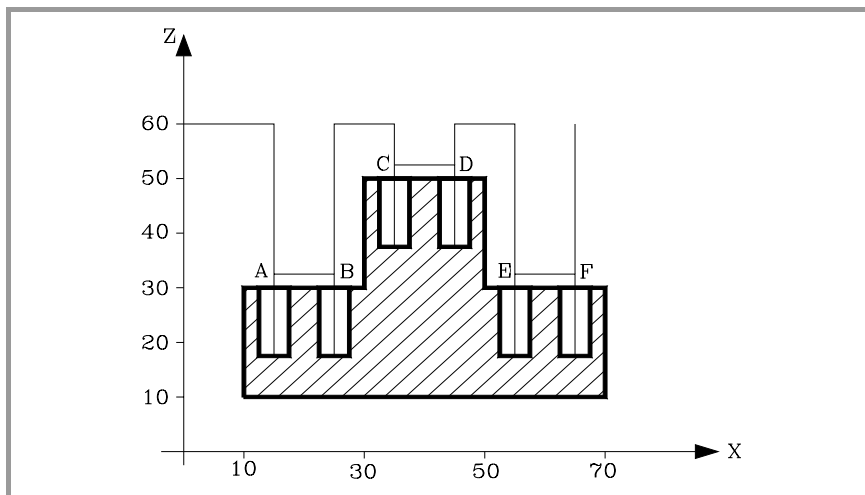
G81 ...	Definição e execução do ciclo fixo (furação).
G90 G1 X100	O eixo X se desloca à cota X100, onde se efetua outra furação.
G91 X10 N3	O CNC efetua 3 vezes a seguinte operação: • deslocamento incremental X10. • Executa o ciclo fixo que se encontra definido.
G91 X20 N0	Somente deslocamento incremental X20, sem furação.

9.2.1 G79 Modificação de parâmetros do ciclo fixo

O CNC permite, dentro da zona de influência de ciclo fixo, mediante a programação da função G79 modificar um ou vários parâmetros de um ciclo fixo ativo, sem a necessidade de definir outra vez.

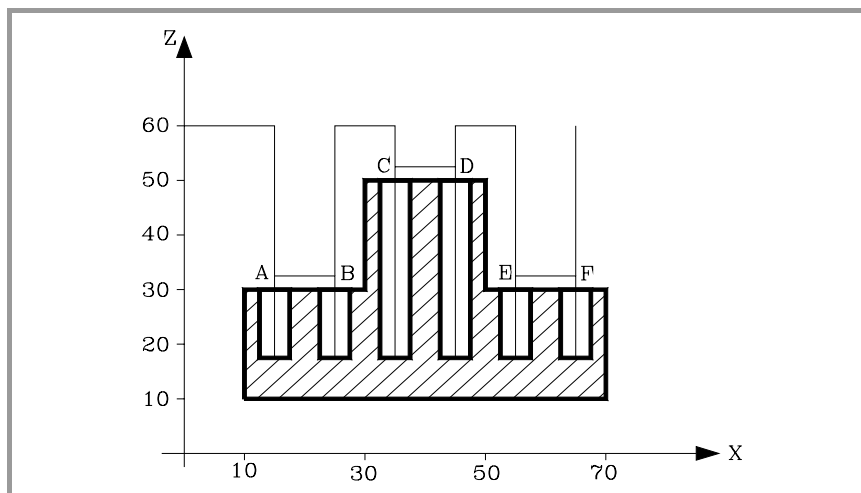
O CNC seguirá mantendo ativo o ciclo fixo, realizando-se as usinagens do ciclo fixo com os parâmetros atualizados.

No bloco que se define a função G79 não se poderão definir mais funções.

A seguir se mostram 2 exemplos, de programação supondo que o plano de trabalho é o formado pelos eixos X e Y, e que o eixo longitudinal é o eixo Z.

```
T1
M6
; Ponto de partida.
G00 G90 X0 Y0 Z60
; Define o ciclo de furação. Executa furação em A.
G81 G99 G91 X15 Y25 Z-28 I-14
; Executa furação em B.
G98 G90 X25
; Modifica plano referência e profundidade de usinagem.
G79 Z52
; Executa furação em C.
G99 X35
; Executa furação em D.
G98 X45
; Modifica plano referência e profundidade de usinagem.
G79 Z32
; Executa furação em E.
G99 X55
; Executa furação em F.
G98 X65
M30
```

```
T1
M6
```

; Ponto de partida.

```
G00 G90 X0 Y0 Z60
```

; Define o ciclo de furação. Executa furação em A.

```
G81 G99 X15 Y25 Z32 I18
```

; Executa furação em B.

```
G98 X25
```

; Modifica plano referência.

```
G79 Z52
```

; Executa furação em C.

```
G99 X35
```

; Executa furação em D.

```
G98 X45
```

; Modifica plano referência.

```
G79 Z32
```

; Executa furação em E.

```
G99 X55
```

; Executa furação em F.

```
G98 X65
M30
```

9.3 Anulação de ciclo fixo

A anulação de um ciclo fixo poderá realizar-se:

- Mediante a função G80 que poderá programar-se em qualquer bloco.
- Depois de definir um novo ciclo fixo. Este anulará e substituirá a qualquer outro que estivesse ativo.
- Depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.
- Ao realizar uma busca de zero com a função G74.
- Selecionando um novo plano de trabalho mediante as funções G16, G17, G18 ou G19.

9.4 Considerações gerais

- Um ciclo fixo pode ser definido em qualquer parte do programa, isto é, se pode definir tanto no programa principal como numa sub-rotina.
- Desde um bloco da zona de influência dum ciclo fixo poderão realizar-se chamadas a sub-rotinas sem que implique a anulação de ciclo fixo.
- A execução de um ciclo fixo não altera a história das funções "G" anteriores.
- Também não se alterará o sentido de rotação do eixo-árvore. Se poderá entrar num ciclo fixo com qualquer sentido de rotação (M03 ou M04), saindo com o mesmo que se entrou.

  Em caso de entrar num ciclo fixo com o eixo-árvore parado, este dará a partida às direitas (M03), mantendo-se o sentido de rotação, depois de finalizado o ciclo.
- Quando se deseja aplicar fator de escala quando se trabalha com ciclos fixos, é aconselhável que o referido fator de escala seja comum a todos os eixos implicados.
- A execução de um ciclo fixo anula a compensação de radio (G41 e G42). É equivalente a G40.
- Quando se deseja utilizar a compensação de comprimento de ferramenta (G43), esta função deverá ser programada no mesmo bloco ou num anterior à definição do ciclo fixo.

  Como o CNC aplica a compensação longitudinal a partir do momento no qual se efetua um deslocamento do eixo longitudinal, é aconselhável, quando se define a função G43 na definição do ciclo, posicionar a ferramenta fora da zona na qual se deseja efetuar o ciclo fixo.
- A execução de qualquer ciclo fixo alterará o valor do Parâmetro Global P299.

9.5 Ciclos fixos de usinagem

Em todos os ciclos de usinagem existem três cotas ao longo do eixo longitudinal que devido à sua importância se comentam a seguir:

- Cota do plano de partida. Esta cota vem dada pela posição que ocupa a ferramenta com respeito ao zero máquina quando se ativa o ciclo.
- Cota do plano de referência. Se programa no bloco de definição do ciclo e representa uma cota de aproximação à peça, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, neste caso estará referido ao plano de partida.
- Cota de profundidade de usinagem. Se programa no bloco de definição do ciclo, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, neste caso estará referido ao plano de referência.

Existem duas funções que permitem selecionar o retrocesso do eixo longitudinal depois da usinagem.

- G98: Seleciona o retrocesso da ferramenta até o plano de partida, depois de realizada a usinagem indicada.
- G99: Seleciona o retrocesso da ferramenta até o plano de referência, depois de realizada a usinagem indicada.

Estas funções poderão ser usadas tanto no bloco de definição do ciclo como nos blocos que se encontrem sob a influência de ciclo fixo. O plano de partida corresponde à posição ocupada pela ferramenta no momento de definição do ciclo.

A estrutura de um bloco de definição de ciclo fixo é a seguinte:

G**	Ponto de usinagem	Parâmetros	F S T D M	N****

No bloco de definição de ciclo fixo se permite programar o ponto de usinagem (exceto o eixo longitudinal), tanto em coordenadas polares como em coordenadas cartesianas.

Depois da definição do ponto no qual se deseja realizar o ciclo fixo (opcional), se definirá a função e os parâmetros correspondentes ao ciclo fixo, programando-se a seguir, se se deseja, as funções complementares F S T D M.

Quando se programa no final do bloco o "número de vezes que se executa o bloco" (N), o CNC efetua o deslocamento programado e a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo, o número de vezes que se indica.

Quando se programa um "número de vezes" NÃ0, não se executará a usinagem correspondente ao ciclo fixo. O CNC executará somente o deslocamento programado.

O funcionamento geral de todos os ciclos é o seguinte:

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Posicionamento (se foi programado) no ponto de começo do ciclo programado.
3. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
4. Execução do ciclo de usinagem programado.
5. Retrocesso, em rápido, do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

   Na explicação detalhada de cada um dos ciclos presume-se que o plano de trabalho é o formado pelos eixos X e Y e que o eixo longitudinal é o eixo Z.

Programação em outros

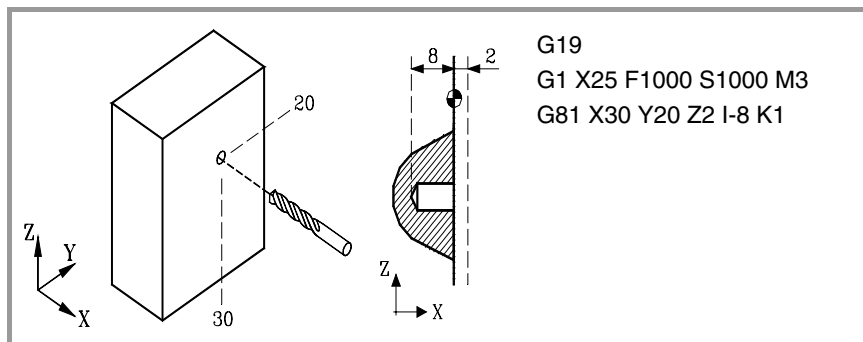
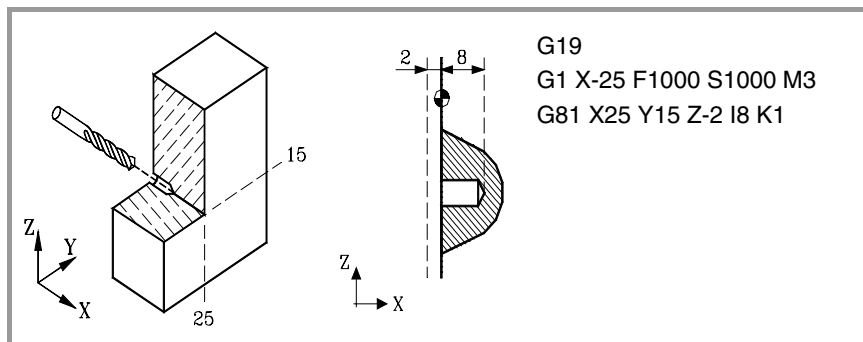
O formato de programação sempre é o mesmo, não depende do plano de trabalho. Os parâmetros XY indicam a cota no plano de trabalho (X = abcissa, Y = ordenada) e os aprofundamentos se efetuam conforme o eixo longitudinal.

Nos exemplos que se citam a seguir se indica como realizar furações no X e Y em ambos os sentidos.

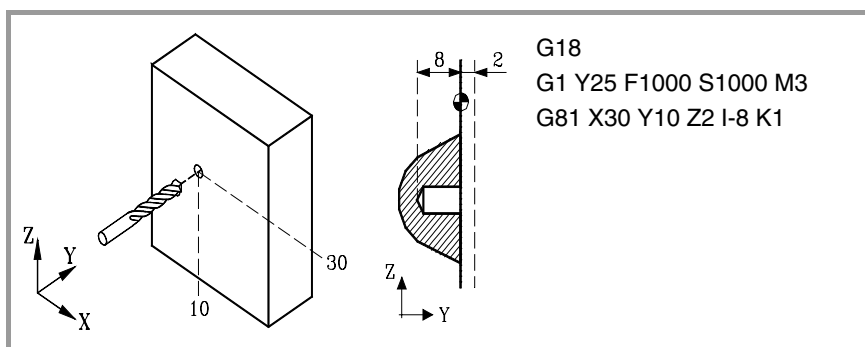
A função G81 define o ciclo fixo de furação. Se define com os parâmetros:

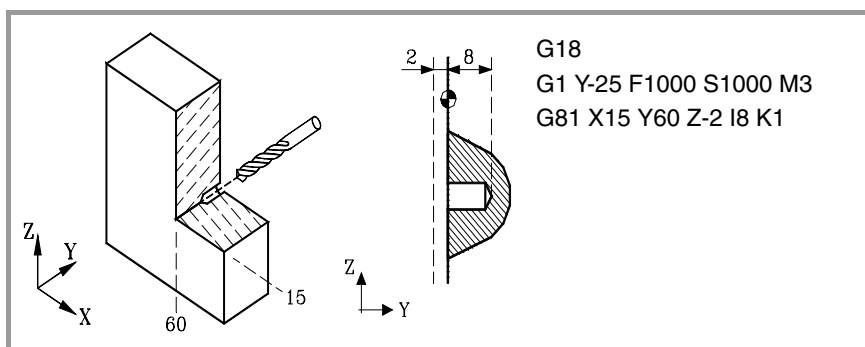
X	cota do ponto a usinar conforme o eixo de abcissas.
Y	cota do ponto a usinar conforme o eixo de ordenadas.
I	profundidade de furação.
K	temporização no fundo.

Nos seguintes exemplos a superfície da peça tem cota 0, se desejam furações de profundidade 8 mm e a cota de referência está separada 2 mm da superfície da peça.

Exemplo 1:

```
G19
G1 X25 F1000 S1000 M3
G81 X30 Y20 Z2 I-8 K1
```

Exemplo 2:

```
G19
G1 X-25 F1000 S1000 M3
G81 X25 Y15 Z-2 I8 K1
```

Exemplo 3:

Exemplo 4:

9.6 G69 Ciclo fixo de furação profunda com passo variável

Este ciclo realiza sucessivos passos de furação até conseguir a cota final programada. A ferramenta retrocede uma quantidade fixa depois de cada furação, podendo selecionar-se que cada ·J· furações retroceda até o plano de referência. Da mesma maneira permite programar uma temporização depois de cada aprofundamento.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G69 G98/G99 X Y Z I B C D H J K L R
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada a furação do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade de furação

Define a profundidade total de furação, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá à superfície da peça.

[B5.5] Passo de furação

Define o passo da furação no eixo longitudinal.

[C5.5] **Aproximação até a furação anterior**

Define até que distância, do passo de furação anterior, se deslocará com rapidez (G00) o eixo longitudinal na sua aproximação à peça para realizar um novo passo de furação.

Se não se programa se toma o valor 1 mm. Se se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[D5.5] **Plano de referência**

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará a furação.

No primeiro aprofundamento esta quantidade se somará ao passo de furação "B". Se não se programa se toma o valor 0.

[H±5.5] **Retrocesso após a furação**

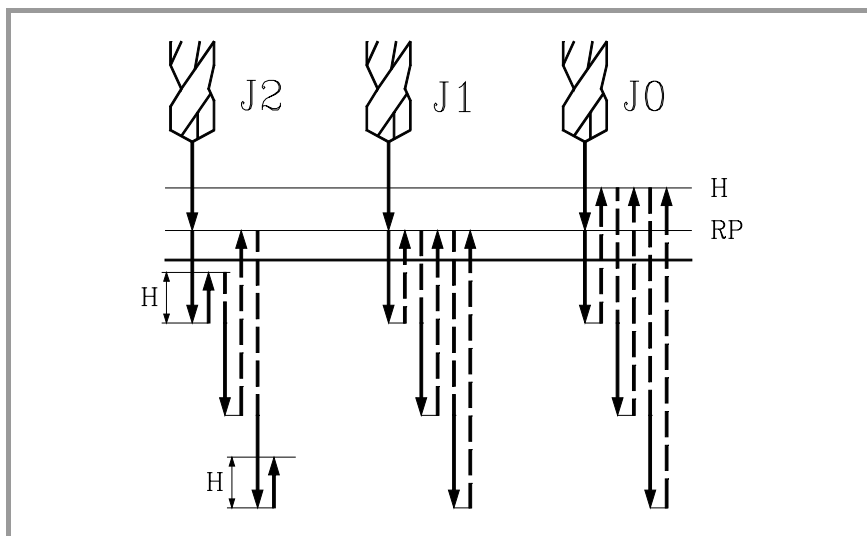
Distância ou cota à que retrocede, de maneira rápida (G00), o eixo longitudinal depois de cada passo de furação.

Com "J" diferente de 0 indica a distância e com "J=0" indica a cota de desafogo ou cota absoluta à que retrocede.

Se não se programa, o eixo longitudinal retrocederá até o plano de referência.

[J4] **Passos de furação a ferramenta para retroceder ao plano de partida**

Define cada quantos passos de furação a ferramenta volta ao plano de referência em G00. Se pode programar um valor compreendido entre 0 e 9999.

Se não se programa ou se programa com valor 0 volta à cota indicada em H (cota de desafogo) depois de cada passo de furação.

- Com J maior que 1 em cada passo retrocede a quantidade indicada em H e cada J passos até o plano de referência (RP).
- Com J1 em cada passo retrocede até o plano de referência (RP).
- Com J0 em cada passo retrocede até à cota de desafogo indicada em H.

[K5] **Temporização**

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois de cada passo de furação, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

[L5.5] Passo mínimo de furação

Define o mínimo valor que pode adquirir o passo de furação. Este parâmetro se utiliza com valores de R diferentes de 1. Se não se programa ou se programa com valor 0, se aplicará o valor 1 mm.

[R5.5] Fator de redução para os passos de furação

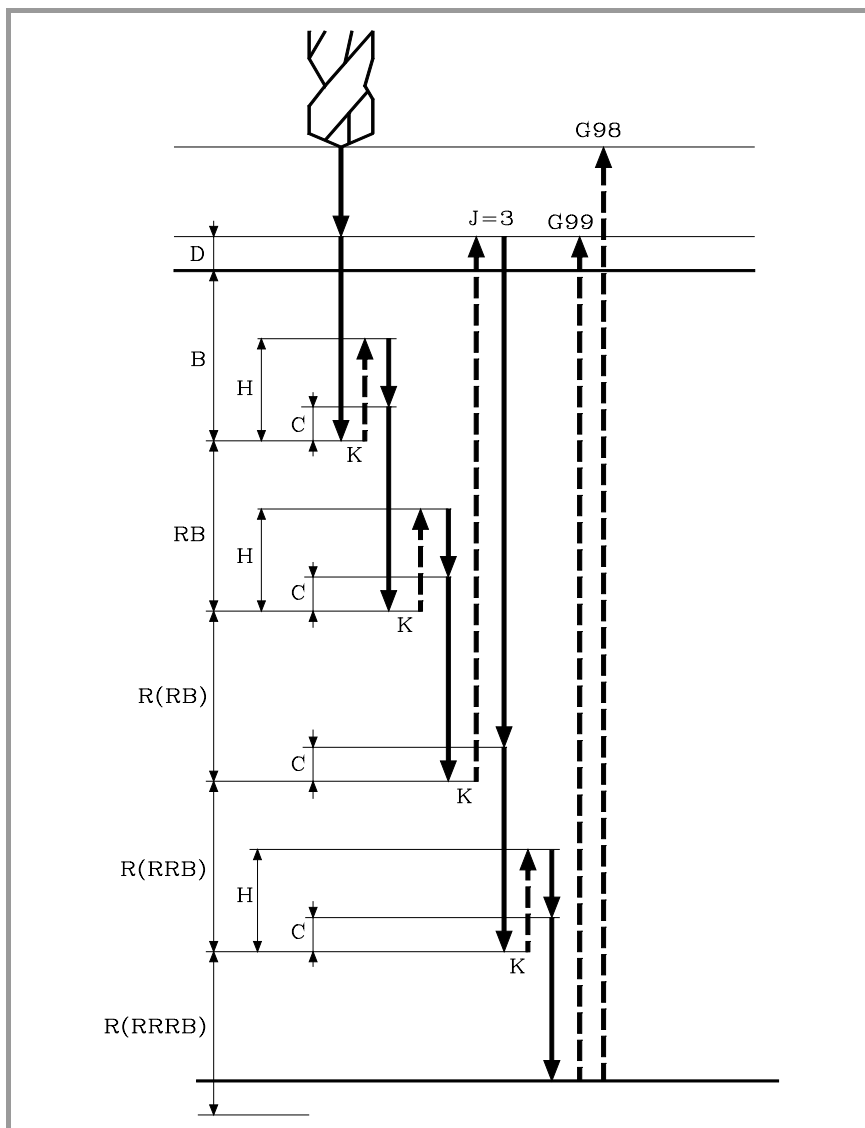
Fator de redução do passo de furação "B". Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará o valor 1.

Se R é igual a 1, os passos de furação são iguais e do valor programado "B".

Se R não é igual a 1, o primeiro passo de furação será "B", o segundo "R B", o terceiro "R (RB)", e assim sucessivamente, isto é, a partir do segundo passo o novo passo será o produto do fator R pelo passo anterior.

Quando se seleciona R com valor diferente de 1, o CNC não permitirá passos menores que o programado em L.

9.6.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.

3. Primeiro aprofundamento de furação. Deslocamento, no avanço de trabalho do eixo longitudinal até a profundidade Incremental programada em "B + D".

   Este deslocamento se realizará em G07 ou G50 em função do valor atribuído ao parâmetro do eixo longitudinal "INPOSW2 (P51)".

   - Se P51=0 em G7 (aresta viva).
   - Se P51=1 em G50 (arredondamento de aresta controlada).
4. Volta de furação. Os passos seguintes se repetirão até atingir a cota de profundidade de usinagem programada em I.

   ·1· Tempo de espera K em centésimas de segundo, se foi programado.

   ·2· Retrocesso do eixo longitudinal com rapidez (G00) até ao plano de referência, quando se efetuaram o número de aprofundamentos programados em J, ou bem retrocedendo a distância programada em "H", em caso contrário.

   ·3· Aproximação do eixo longitudinal, com rapidez (G00), até uma distância "C" do passo de furação anterior.

·4· Passo novo de furação. Deslocamento do eixo longitudinal, no avanço de trabalho (G01), até o seguinte aprofundamento incremental conforme "B" e "R".

Este deslocamento se realizará em G07 ou G50 em função do valor atribuído ao parâmetro do eixo longitudinal "INPOSW2 (P51)".

Se P51=0 em G7 (aresta viva). Se P51=1 em G50 (arredondamento de aresta controlada).

5. Tempo de espera K em centésimas de segundo, se foi programado.

6. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Quando se aplica fator de escala a este ciclo, se deverá levar em consideração que o referido fator de escala afetará somente às cotas do plano de referência e à profundidade de furação.

Por esse motivo e devido a que o parâmetro "D", não se vê afetado pelo fator de escala, a cota de superfície da peça, não será proporcional ao ciclo programado.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

; Seleção da ferramenta.

```
T1
M6
```

; Punto inicial.

```
G0 G90 X0 Y0 Z0
```

; Definição de ciclo fixo.

```
G69 G98 G91 X100 Y25 Z-98 I-52 B12 C2 D2 H5 J2 K150 L3 R0.8
F100 S500 M8
```

; Anula ciclo fixo.

```
G80
```

; Posicionamento.

```
G90 X0 Y0
```

; Fim de programa.

```
M30
```

9.7 G81 Ciclo fixo de furação

Este ciclo realiza uma furação no ponto indicado até atingir a cota final programada. Se permite programar uma temporização no fundo da furação.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G81 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada a furação do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade de furação

Define a profundidade total de furação, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5] Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois de cada passo de furação, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

9.7.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Furação do furo. Deslocamento do eixo longitudinal, no avanço de trabalho, até o fundo de usinagem programado em I.
4. Tempo de espera K em centésimas de segundo, se foi programado.
5. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

; Seleção da ferramenta.
```
T1
M6
```
; Punto inicial.
```
G0 G90 X0 Y0 Z0
```
; Definição de ciclo fixo.
```
G81 G98 G00 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 F100 S500
```
; Origem coordenadas polares.
```
G93 I250 J250
```
; Rotação e ciclo fixo 3 vezes.
```
Q-45 N3
```
; Anula ciclo fixo.
```
G80
```
; Posicionamento.
```
G90 X0 Y0
```
; Fim de programa.
```
M30
```

9.8 G82 Ciclo fixo de furação com temporização

Este ciclo realiza uma furação no ponto indicado até atingir a cota final programada. A seguir executa uma temporização no fundo da furação.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G82 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada a furação do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade de furação

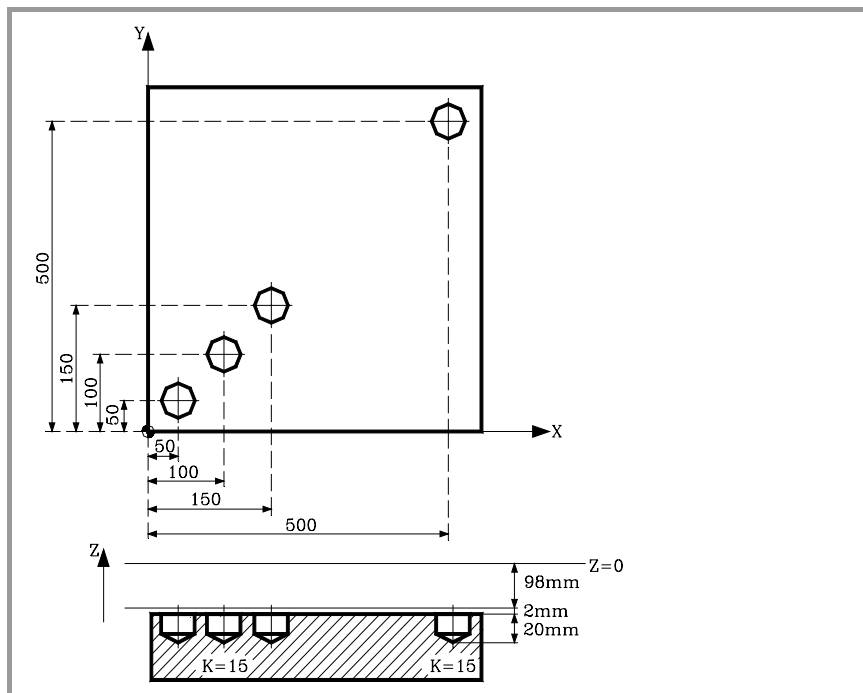
Define a profundidade total de furação, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5] Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois de cada furação, até começar o retrocesso. Será obrigatório defini-lo, se não se deseja temporização se programará K0.

9.8.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Furação do furo. Deslocamento do eixo longitudinal, no avanço de trabalho, até o fundo de usinagem programado em I.
4. Tempo de espera K em centésimas de segundo.
5. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6

; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0

; Definição de ciclo fixo. Se realizam três usinagens.
G82 G99 G91 X50 Y50 Z-98 I-22 K15 F100 S500 N3

; Posicionamento e ciclo fixo.
G98 G90 G00 X500 Y500

; Anula ciclo fixo.
G80

; Posicionamento.
G90 X0 Y0

; Fim de programa.
M30
```

9.9 G83 Ciclo fixo de furação profunda com passo constante

Este ciclo realiza sucessivos passos de furação até conseguir a cota final programada.

A ferramenta retrocede até o plano de referência, depois de cada passo de furação.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G83 G98/G99 X Y Z I J
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada a furação do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

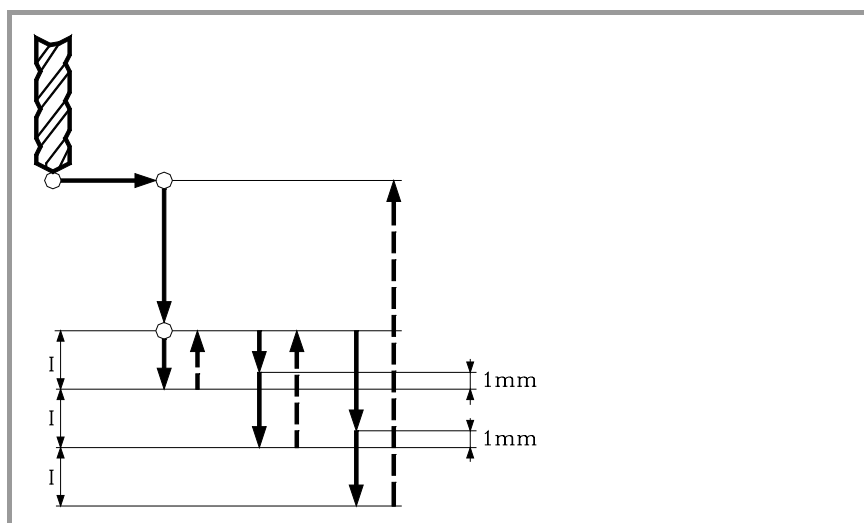
Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade de cada passo de furação

Define o valor de cada passo da furação conforme o eixo longitudinal.

[J4] Passos de furação a ferramenta para retroceder ao plano de partida

Define o número de passos no qual se realiza a furação. Se pode programar um valor compreendido entre 1 e 9999.

9.9.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Primeiro aprofundamento de furação. Deslocamento, em avanço de trabalho, do eixo longitudinal da profundidade incremental programada em "I".

   Este deslocamento se realizará em G07 ou G50 em função do valor atribuído ao parâmetro do eixo longitudinal "INPOSW2 (P51)".

   Se P51=0 em G7 (aresta viva).

   Se não, em G50 (arredondamento de aresta controlada).
4. Volta de furação. Os passos seguintes se repetirão "J-1" vezes, já que no passo anterior se realizou o primeiro aprofundamento programado.

   ·1· Retrocesso, em rápido, do eixo longitudinal (G00) até ao plano de referência.

   ·2· Aproximação do eixo longitudinal, em rápido (G00):

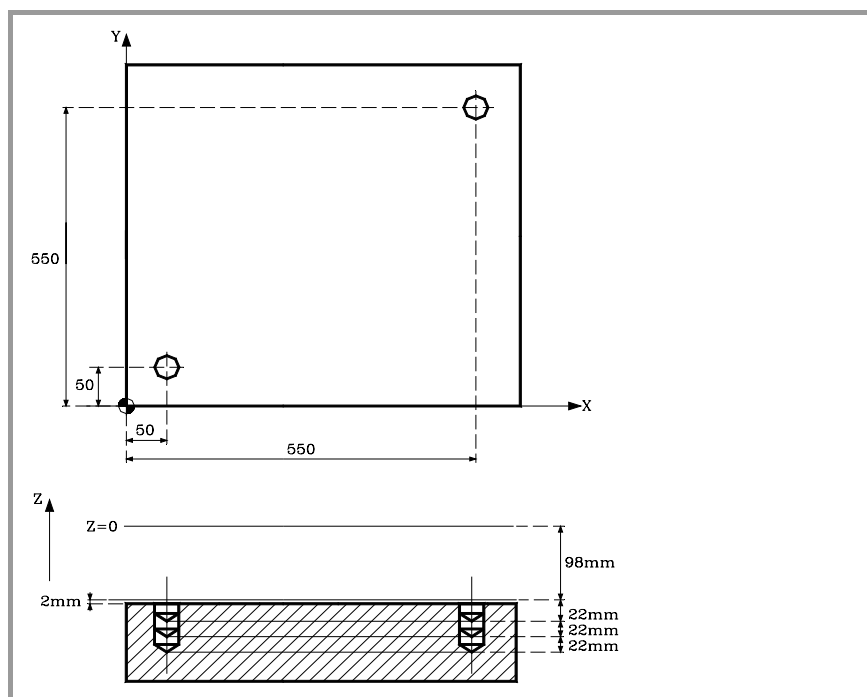
   Se INPOSW2=0 até 1 mm. do passo de furação anterior.

   Se não, até "INPOSW2" + 0,02 mm. do passo de furação anterior.

   ·3· Passo novo de furação. Deslocamento do eixo longitudinal, em avanço de trabalho (G01), da profundidade incremental programada em "I".

   Se INPOSW2=0 em G7. Se não, em G50.
5. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Se se aplica fator de escala a este ciclo, se realizará uma furação proporcional ao programado, com o mesmo passo "I" programado, mas variando o número de passos "J".

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G83 G99 X50 Y50 Z-98 I-22 J3 F100 S500 M4
; Posicionamento e ciclo fixo.
G98 G90 G00 X500 Y500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

9.10 G84 Ciclo fixo de rosqueamento com macho

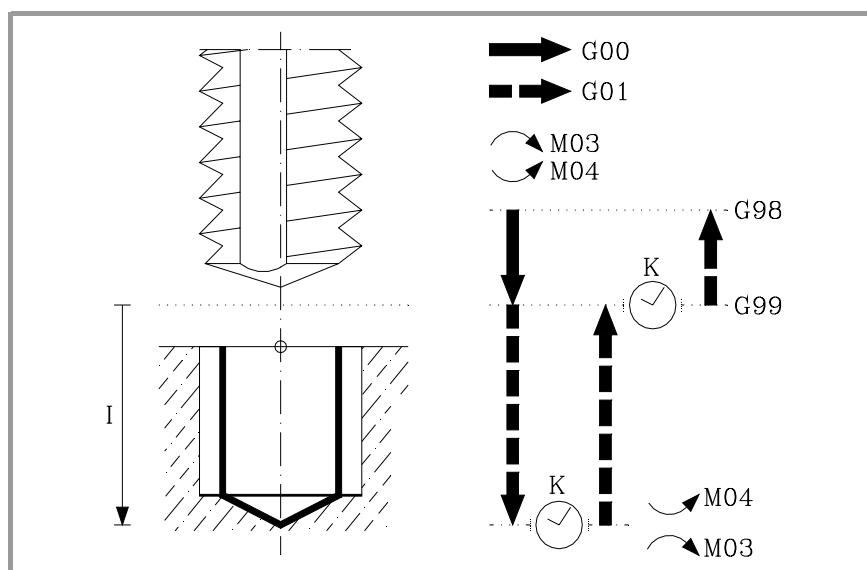
Este ciclo realiza um rosqueamento no ponto indicado até atingir a cota final programada. A saída lógica geral "TAPPING" (M5517) se manterá ativa durante a execução deste ciclo.

Devido ao macho de roscar girar nos dois sentidos (um ao roscar e o outro ao sair da rosca), mediante o parâmetro de máquina do eixo-árvore "SREVM05" se permite selecionar se a inversão do sentido de rotação se realiza com a parada do eixo-árvore intermédia, ou diretamente.

O parâmetro de máquina geral "STOPTAP (P116)" indica se as entradas gerais /STOP, /FEEDHOL e /XFERINH estão habilitadas ou não durante a execução da função G84.

Se permite programar uma temporização antes de cada inversão do eixo-árvore, isto é, no fundo da rosca e ao voltar ao plano de referência.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G84 G98/G99 X Y Z I K R
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizado o rosqueamento com macho do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizado o rosqueamento com macho do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] **Profundidade da rosca**

Define a profundidade da rosca, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5] **Temporização**

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do rosqueamento, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

[R] **tipo de rosqueamento**

Define o tipo de rosqueamento que se deseja efetuar, com "R0" se efetuará um rosqueamento normal e com "R1" se efetuará um rosqueamento rígido.

[J5.5] **Fator de avanço para o retrocesso**

Com rosqueamento rígido, o avanço de retrocesso será J vezes o avanço de rosqueamento. Se não se programa ou se programa J1, ambos os avanços coincidem.

Para poder efetuar um rosqueamento rígido é necessário que o eixo-árvore se encontre preparado para trabalhar em laço, isto é, que disponha de um sistema motor-regulador e de codificador de eixo-árvore.

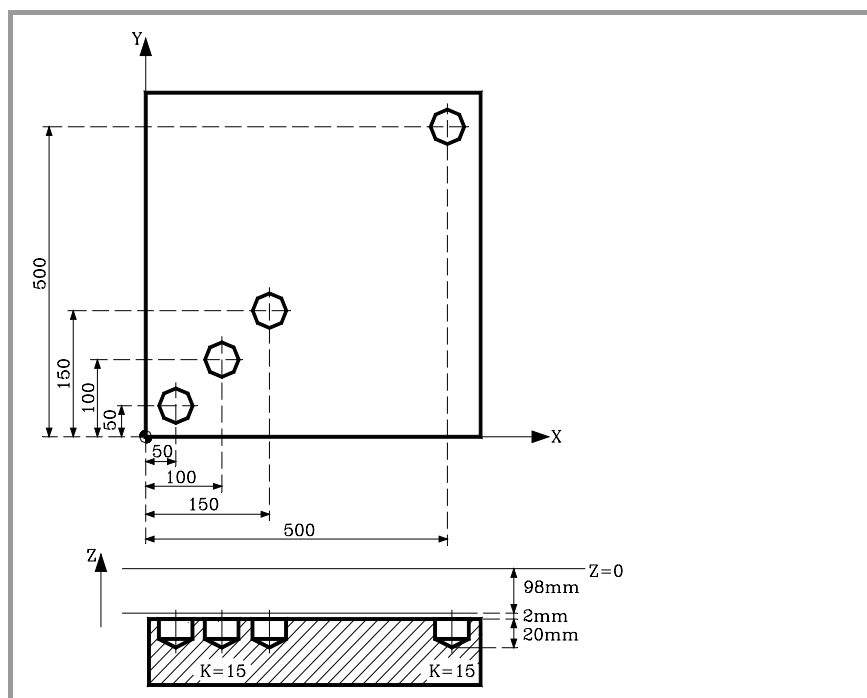
Ao efetuar-se rosqueamento rígido, o CNC interpola o deslocamento do eixo longitudinal com a rotação do eixo-árvore.

9.10.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento do eixo longitudinal e no avanço de trabalho, até ao fundo da usinagem, produzindo-se o rosqueamento do furo. O ciclo fixo executará este deslocamento e todos os movimentos posteriores a 100% do avanço F e da velocidade S programadas.

   Se se selecionou rosqueamento rígido (parâmetro R=1), o CNC ativará a saída lógica geral "RIGID" (M5521) para indicar ao PLC que se está executando um bloco de rosqueamento rígido.
4. Parada do eixo-árvore (M05), somente se executará quando se encontra selecionado o parâmetro de máquina do eixo-árvore "SREVM05" e ao parâmetro "K" se atribuiu um valor diferente de 0.
5. Tempo de espera se foi programado no parâmetro "K".
6. Inversão do sentido de rotação do eixo-árvore.
7. Retrocesso do eixo longitudinal até o plano de referência (em rosqueamento rígido a J vezes o avanço de trabalho). Depois de atingida esta cota, o ciclo fixo assumirá o Feedrate Override e o Spindle Override selecionados.

   Se se selecionou rosqueamento rígido (parâmetro R=1), o CNC ativará a saída lógica geral "RIGID" (M5521) para indicar ao PLC que se está executando um bloco de rosqueamento rígido.
8. Parada do eixo-árvore (M05), somente se executará se se encontra selecionado o parâmetro de máquina do eixo-árvore "SREVM05".
9. Tempo de espera se foi programado no parâmetro "K".
10. Inversão do sentido de rotação da árvore, recuperando o sentido de rotação inicial.
11. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até o plano de partida se foi programado G98.

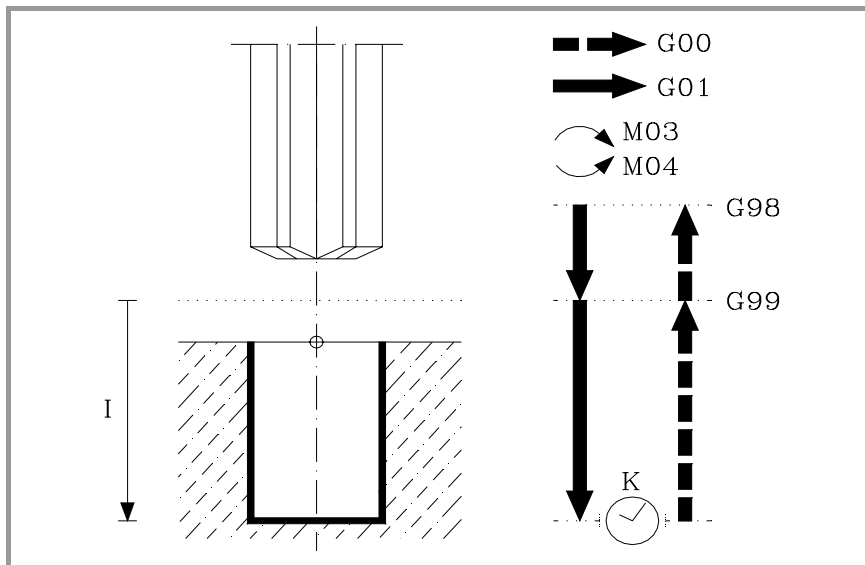
Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo. Se realizam três usinagens.
G84 G99 G91 X50 Y50 Z-98 I-22 K150 F350 S500 N3
; Posicionamento e ciclo fixo.
G98 G90 G00 X500 Y500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

9.11 G85 Ciclo fixo de escareado

Este ciclo realiza um escareado no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Se permite programar uma temporização no fundo da usinagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G85 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o escareado do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada o escareado do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade do escareado

Define a profundidade total do escareado, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5] Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do escareado, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

9.11.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento, no avanço de trabalho (G01), do eixo longitudinal até ao fundo da usinagem, produzindo-se o escareado do furo.
4. Tempo de espera se foi programado "K".
5. Retrocesso, nem avanço de trabalho do eixo longitudinal até o plano de referência.
6. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até o plano de partida se foi programado G98.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G85 G98 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 F100 S500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

9.12 G86 Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso no avanço rápido (G00)

Este ciclo realiza um mandrilamento no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Se permite programar uma temporização no fundo da usinagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G86 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada o mandrilamento do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade do escareado

Define a profundidade total do mandrilamento, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5] Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do mandrilamento, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

9.12.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento, no avanço de trabalho (G01), do eixo longitudinal até ao fundo da usinagem, produzindo-se o mandrilamento do furo.
4. Tempo de espera se foi programado "K".
5. Parada de eixo-árvore (M05).
6. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.
7. Ao terminar o retrocesso o eixo-árvore dará a partida no mesmo sentido, com o qual estava rodando anteriormente.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G86 G98 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 K20 F100 S500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

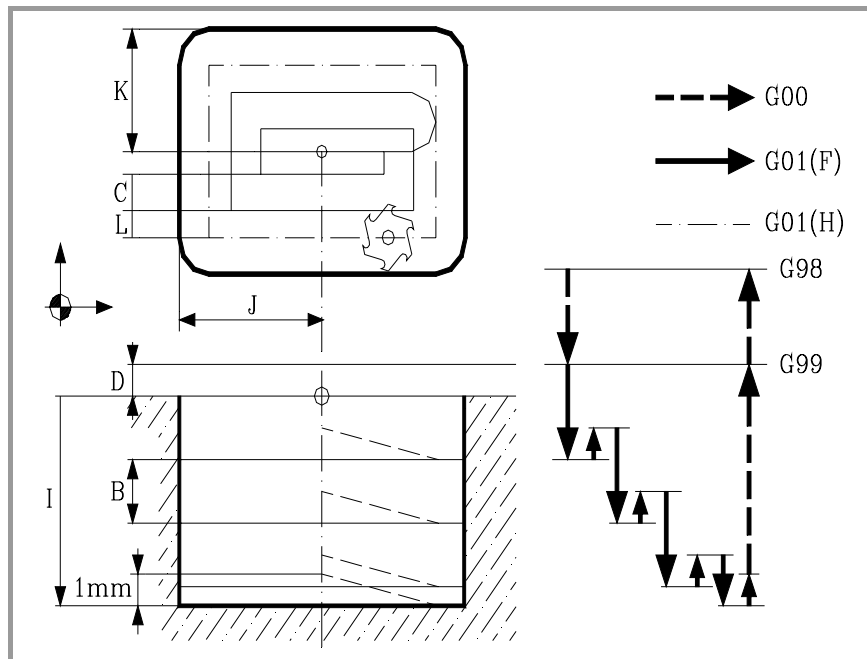
9.13 G87 Ciclo fixo do bolsão retangular

Este ciclo realiza um bolsão retangular no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Permite programar além da passada e avanço de fresagem, uma última passada de acabamento com o seu correspondente avanço de fresagem.

Com o objetivo de obter um bom acabamento na usinagem das paredes do bolsão, o CNC aplicará em cada um dos aprofundamentos, uma entrada e saída tangenciais à última passada de fresagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G87 G98/G99 X Y Z I J K B C D H L V
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizado o bolsão.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizado o bolsão.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

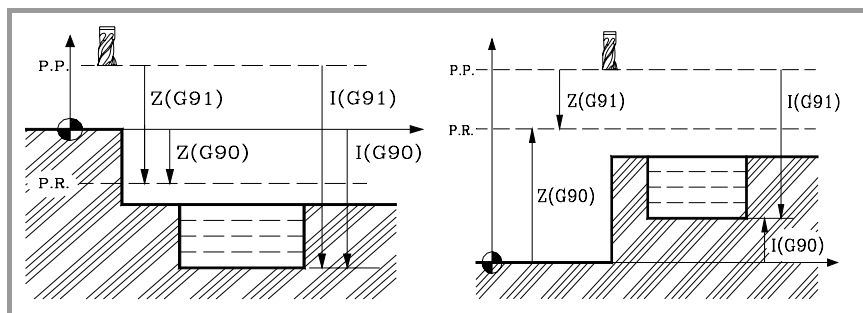
São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência.

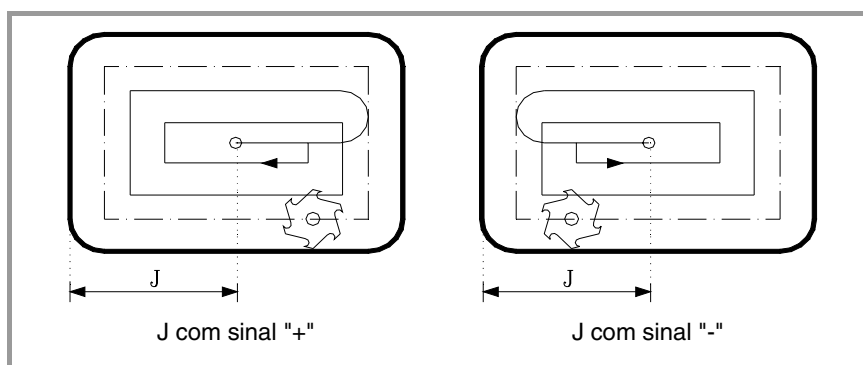
Quando se programa em cotas absolutas se encontra referido ao zero peça e quando se programa em cotas incrementais se referirá ao plano de partida.

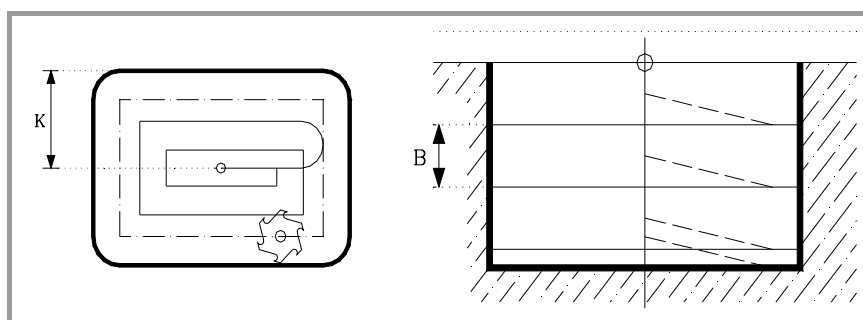
Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento. Isto é, que os planos de partida (P.P.) e referência (P.R.) serão o mesmo.

[I±5.5] **Profundidade da usinagem**

Define a profundidade de usinagem.

Quando se programa em cotas absolutas se encontra referido ao zero peça e quando se programa em cotas incrementais se referirá ao plano de partida (P.P.).

[J±5.5] **Meia largura do bolsão conforme o eixo de abscissas.**

Define a distância desde o centro até à beira do bolsão conforme o eixo de abscissas. O sinal indica o sentido da usinagem do bolsão.

[K5.5] **Meia largura do bolsão conforme o eixo de ordenadas.**

Define a distância desde o centro até à beira do bolsão conforme o eixo de ordenadas.

[B±5.5] **Passo de aprofundamento**

Define o passo de aprofundamento conforme o eixo longitudinal.

Se se programa com sinal positivo, todo o ciclo se executará com o mesmo passo de usinagem, sendo este igual ou inferior ao programado.

Quando se programa com sinal negativo, toda o bolsão se executará com o passo dado, à exceção do último passo que usinará o resto.

[C±5.5] Passo de fresagem

Define o passo de fresagem conforme o plano principal.

Se o valor é positivo, todo o bolsão se executa com o mesmo passo de fresagem, sendo este igual ou inferior ao programado.

Se o valor é negativo, todo o bolsão se executa com o passo dado, com excepção do último passo, no qual se usina o que ficou.

Se não se programa, se tomará como valor 3/4 do diâmetro da ferramenta selecionada.

Se se programa com um valor superior ao diâmetro da ferramenta, o CNC mostrará o erro correspondente.

Se se programa com valor 0, o CNC mostrará o erro correspondente.

[D5.5] Plano de referência

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará o bolsão.

No primeiro aprofundamento esta quantidade se somará à profundidade incremental "B". Se não se programa se toma o valor 0.

[H.5.5] Avanço para a passada de acabamento

Define o avanço de trabalho na passada de acabamento.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará o valor do avanço de trabalho da usinagem.

[L±5.5] Excesso para o acabamento

Define o valor da passada de acabamento, conforme o plano principal.

Se o valor é positivo, a passada de acabamento se realiza em aresta viva (G07).

Se o valor é negativo, a passada de acabamento se realiza em arredondamento de aresta (G05).

Se não se programa ou se programa com valor 0, não se realizará passada de acabamento.

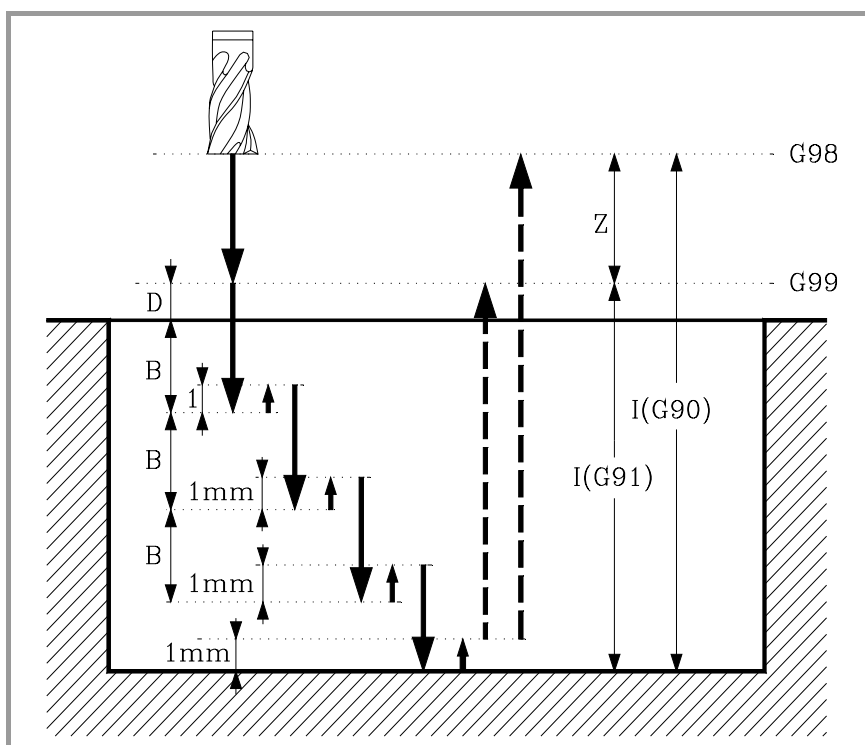
[V.5.5] Avanço de aprofundamento da ferramenta

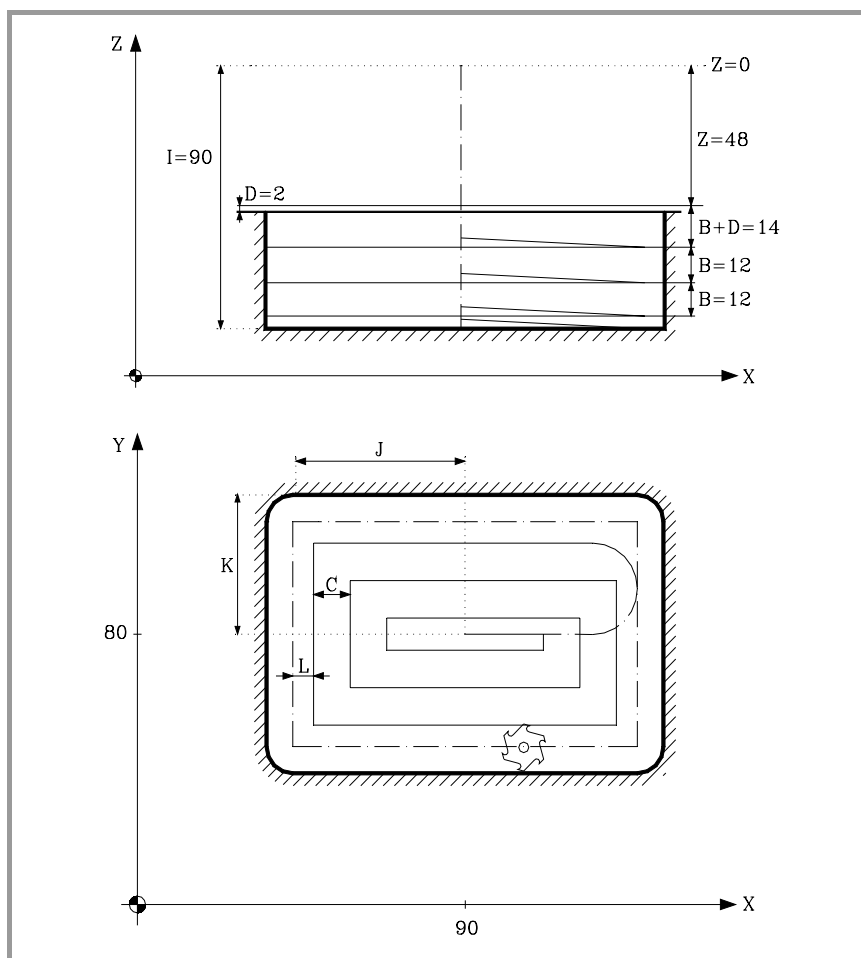
Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

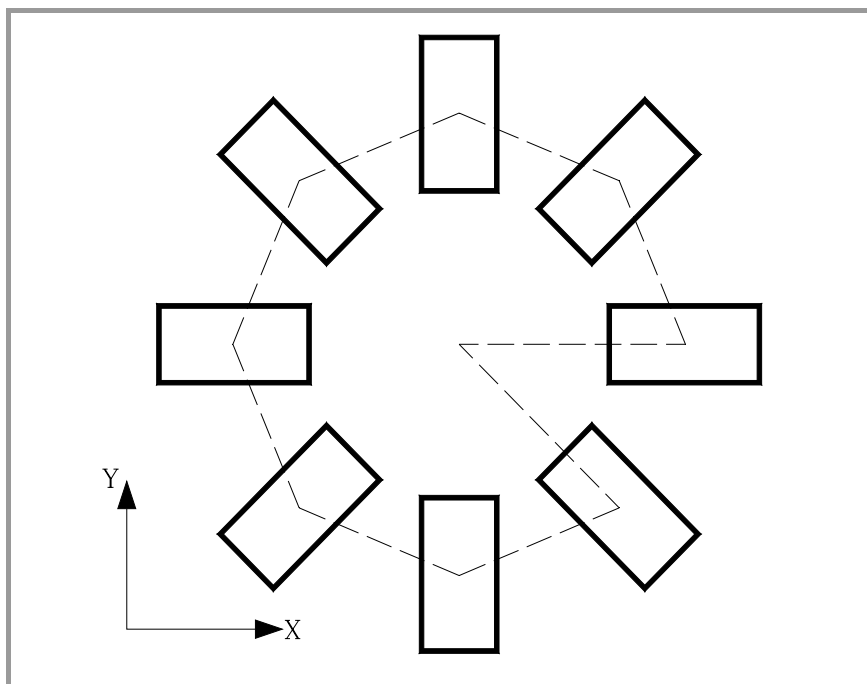
9.13.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento em maneira rápida (G00), do eixo longitudinal desde o plano de partida até ao plano de referência.
3. Primeiro aprofundamento. Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até à profundidade incremental programada em "B + D".
4. Fresagem, em avanço de trabalho, da superfície do bolsão em passos definidos mediante "C" até uma distância "L" (passada de acabamento), da parede do bolsão.
5. Fresagem da passada de acabamento "L" com o avanço de trabalho definido em "H".
6. Depois de finalizada a passada de acabamento, a ferramenta retrocede em avanço rápido (G00) ao centro do bolsão, separando-se 1mm. o eixo longitudinal da superfície usinada.

7. Novas superfícies de fresagem até atingir a profundidade total do bolsão.
   ·1· Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até uma distância "B" da superfície anterior.
   ·2· Fresagem da nova superfície seguindo os passos indicados nos pontos 4, 5 e 6.
8. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação ·1·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
(TOR1=6, TOI1=0)
T1 D1
M6

; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0

; Definição de ciclo fixo
G87 G98 X90 Y60 Z-48 I-90 J52.5 K37.5 B12 C10 D2 H100 L5 V100
F300 S1000 M03

; Anula ciclo fixo
G80

; Posicionamento
G90 X0 Y0

; Fim de programa
M30
```

Exemplo de programação ·2·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
(TOR1=6, TOI1=0)
T1 D1
M6

; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0

; Plano de trabalho.
G18

; Definição de ciclo fixo
N10 G87 G98 X200 Y-48 Z0 I-90 J52.5 K37.5 B12 C10 D2 H100 L5
V50 F300

; Rotação de coordenadas
N20 G73 Q45

; Repete 7 vezes os blocos selecionados.
(RPT N10,N20) N7

; Anula ciclo fixo.
G80

; Posicionamento
G90 X0 Y0

; Fim de programa
M30
```

9.14 G88 Ciclo fixo do bolsão circular

Este ciclo realiza um bolsão circular no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Permite programar além da passada e avanço de fresagem, uma última passada de acabamento com o seu correspondente avanço de fresagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G88 G98/G99 X Y Z I J B C D H L V
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizado o bolsão.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizado o bolsão.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

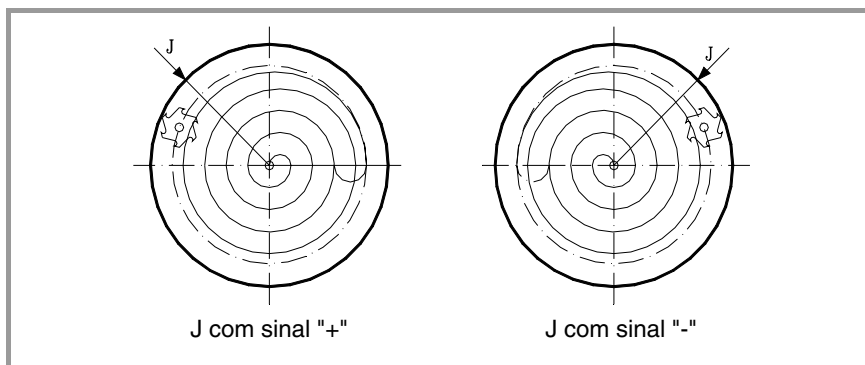
Define a cota do plano de referência.

Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referido ao plano de partida. Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade da usinagem

Define a profundidade de usinagem. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referida ao plano de referência.

[J±5.5] **Raio do bolsão**

Define o raio do bolsão. O sinal indica o sentido da usinagem do bolsão.

[B±5.5] **Passo de aprofundamento**

Define o passo de aprofundamento conforme o eixo longitudinal ao plano principal.

- Se o valor é positivo, todo o bolsão se executa com o mesmo passo de profundidade, sendo este igual ou inferior ao programado.
- Se o valor é negativo, todo o bolsão se executa com o passo dado, com excepção do último passo, no qual se usina o que ficou.

[C±5.5] **Passo de fresagem**

Define o passo de fresagem conforme o plano principal.

- Se o valor é positivo, todo o bolsão se executa com o mesmo passo de fresagem, sendo este igual ou inferior ao programado.
- Se o valor é negativo, todo o bolsão se executa com o passo dado, com excepção do último passo, no qual se usina o que ficou.

Se não se programa, se tomará como valor 3/4 do diâmetro da ferramenta selecionada.

Se se programa com um valor superior ao diâmetro da ferramenta, o CNC mostrará o erro correspondente.

Se se programa com valor 0, o CNC mostrará o erro correspondente.

[D5.5] Plano de referência

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará o bolsão.

No primeiro aprofundamento esta quantidade se somará à profundidade incremental "B". Se não se programa se toma o valor 0.

[H5.5] Avanço para a passada de acabamento

Define o avanço de trabalho na passada de acabamento.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará o valor do avanço de trabalho da usinagem.

[L5.5] Excesso para o acabamento

Define o valor da passada de acabamento, conforme o plano principal.

Se não se programa ou se programa com valor 0, não se realizará passada de acabamento.

[V.5.5] Avanço de aprofundamento da ferramenta

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

9.14.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém.

   No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).

2. Deslocamento em maneira rápida (G00), do eixo longitudinal desde o plano de partida até ao plano de referência.
3. Primeiro aprofundamento. Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até à profundidade incremental programada em "B + D".
4. Fresagem, em avanço de trabalho, da superfície do bolsão em passos definidos mediante "C" até uma distância "L" (passada de acabamento), da parede do bolsão.
5. Fresagem da passada de acabamento "L" com o avanço de trabalho definido em "H".
6. Depois de finalizada a passada de acabamento, a ferramenta retrocede em avanço rápido (G00) ao centro do bolsão, separando-se 1mm. o eixo longitudinal da superfície usinada.

7. Novas superfícies de fresagem até atingir a profundidade total do bolsão.

- Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até uma distância "B" da superfície anterior.
- Fresagem da nova superfície seguindo os passos indicados nos pontos 4, 5 e 6.

8. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação ·1·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
(TOR1=6, TOI1=0)
T1 D1
M6

; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0

; Definição de ciclo fixo
G88 G98 G00 G90 X90 Y80 Z-48 I-90 J70 B12 C10 D2 H100 L5 V100
F300 S1000 M03

; Anula ciclo fixo.
G80

; Posicionamento
G90 X0 Y0

; Fim de programa
M30
```

9.15 G89 Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em avanço de trabalho (G01)

Este ciclo realiza um mandrilamento no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Se permite programar uma temporização no fundo da usinagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G89 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada o mandrilamento do furo.

[X/Y±5.5] Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade da usinagem

Define a profundidade total do mandrilamento, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5] Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do mandrilamento, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

9.15.1 Funcionamento básico.

1. Se o eixo-árvore estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento, no avanço de trabalho (G01), do eixo longitudinal até ao fundo da usinagem, produzindo-se o mandrilamento do furo.
4. Tempo de espera se foi programado "K".
5. Retrocesso, nem avanço de trabalho do eixo longitudinal até o plano de referência.
6. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até o plano de partida se foi programado G98.

Exemplo de programação ·1·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
T1 D1
M6
; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo
G89 G98 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 K20 F100 S500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento
G90 X0 Y0
; Fim de programa
M30
```

USINAGEM MULTÍPLICE

10

Se definem como usinagens múltiplas uma série de funções que permitem repetir uma usinagem ao longo de uma dada trajetória.

O tipo de usinagem será selecionado pelo programador, podendo ser um ciclo fixo ou uma sub-rotina definida pelo usuário, devendo estar esta última programada como sub-rotina modal.

As trajetórias de usinagem estão definidas pelas seguintes funções:

G60: Usinagem multíplice em linha reta.

G61: Usinagem multíplice formando um paralelogramo.

G62: Usinagem múltipla formando uma malha.

G63: Usinagem multíplice formando uma circunferência.

G64: Usinagem multíplice formando um arco.

G65: Usinagem multíplice mediante uma corda de arco.

Estas funções poder-se-ão executar em qualquer plano de trabalho e deverão ser definidas cada vez que se usam, já que não são modais.

É condição indispensável que a usinagem que se deseja repetir se encontre ativa. Resumindo, estas funções somente terão sentido quando se encontram sob influência de ciclo fixo ou sob influência de sub-rotina modal.

Para executar uma usinagem múltipla se debe seguir os seguintes passos:

1. Deslocar a ferramenta ao primeiro ponto no qual se deseja efetuar a usinagem múltipla.
2. Definir o ciclo fixo ou sub-rotina modal que se deseja repetir em todos os pontos.
3. Definir a usinagem múltipla que se deseja efetuar.

Todas as usinagens programadas com estas funções se efetuam sob as mesmas condições de trabalho (T, D, F, S) que se selecionaram ao definir o ciclo fixo ou a sub-rotina modal.

Depois de executada a usinagem múltipla programada, o programa recuperará a história que tinha antes de começar a referida usinagem, inclusive o ciclo fixo ou sub-rotina modal continuará ativa. Sendo agora o avanço F o correspondente ao avanço programado para o ciclo fixo ou sub-rotina modal.

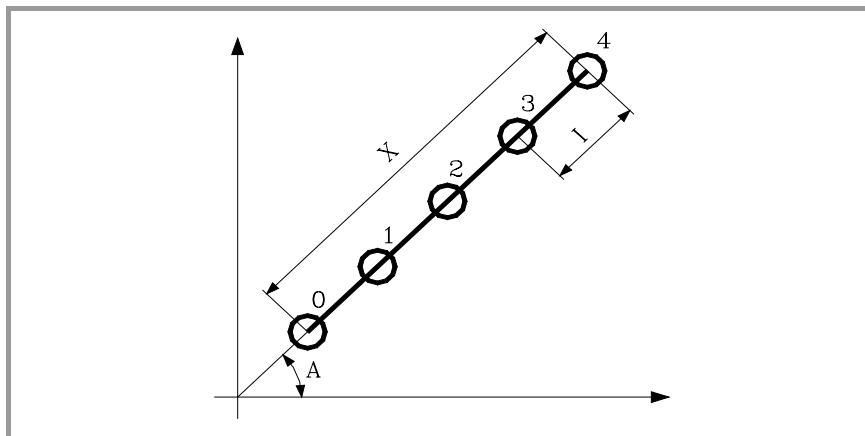
De mesma maneira, a ferramenta ficará posicionada no último ponto no que se realizou a usinagem programada.

Quando se executa a usinagem múltipla de uma sub-rotina modal no modo Bloco a Bloco, a referida sub-rotina se executará no seu conjunto (não por blocos) depois de cada deslocamento programado.

A seguir se dá uma explicação detalhada das usinagens múltiplas, supondo em todas elas que o plano de trabalho é o formado pelos eixos X e Y.

10.1 G60: Usinagem multíplice em linha reta

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G60 A   X I   P Q R S T U V
        X K
        I K
```

A (±5.5) **Ângulo da trajetória**

Define o ângulo que forma a trajetória de usinagem com o eixo de abcissas. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor A=0.

X (5.5) **Comprimento da trajetória**

Define o comprimento da trajetória de usinagem.

I (5.5) **Passo entre usinagens**

Define o passo entre usinagens.

K (5) **Número de usinagens**

Define o número de usinagens totais no trecho, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Devido a que com dois parâmetros quaisquer do grupo X I K se pode definir a usinagem, o CNC permite as seguintes combinações de definição: XI, XK, IK.

Entretanto, quando se seleciona o formato XI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

P Q R S T U V **Pontos sem furação.**

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.1.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço rápido (G00) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

; Posicionamento e definição de ciclo fixo.

```
G81 G98 G00 G91 X200 Y300 Z-8 I-22 F100 S500
```

; Define usinagem multíplice.

```
G60 A30 X1200 I100 P2.003 Q6 R12
```

; Anula ciclo fixo.

```
G80
```

; Posicionamento.

```
G90 X0 Y0
```

; Fim de programa.

```
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla das seguintes formas:

```
G60 A30 X1200 K13 P2.003 Q6 R12
G60 A30 I100 K13 P2.003 Q6 R12
```

10.2 G61: Usinagem multíplice formando um paralelogramo

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G61 A B X I  Y J  P Q R S T U V
        X K  Y D
        I K  J D
```

A (±5.5) **Ângulo da trajetória com o eixo de abcissas**

Define o ângulo que forma a trajetória de usinagem com o eixo de abcissas. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor A=0.

B (±5.5) **Ângulo entre trajetórias**

Define o ângulo existente entre as duas trajetórias de usinagem. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor B=90.

X (5.5) **Comprimento da trajetória no eixo de abcissas**

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de abcissas.

I (5.5) **Passo entre usinagens no eixo de abscissas**

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de abscissas.

K (5) **Número de usinagens no eixo de abscissas**

Define o número de usinagens totais no eixo de abscissas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Devido a que com dois parâmetros quaisquer do grupo X I K se pode definir a usinagem conforme o eixo de abcissas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: XI, XK, IK.

Entretanto, quando se seleciona o formato XI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

Y (5.5) **Comprimento da trajetória no eixo de ordenadas**

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de ordenadas.

J (5.5) **Passo entre usinagens no eixo de ordenadas.**

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de ordenadas.

D (5) **Número de usinagens no eixo de ordenadas**

Define o número de usinagens totais no eixo de ordenadas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Em virtude de que com dois parâmetros quaisquer do grupo Y J D se pode definir a usinagem conforme o eixo de ordenadas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: YJ, YD, JD.

Entretanto, quando se seleciona o formato YI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

P Q R S T U V **Pontos sem furação.**

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.2.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço rápido (G00) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a subrotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

; Posicionamento e definição de ciclo fixo.

```
G81 G98 G00 G91 X100 Y150 Z-8 I-22 F100 S500
```

; Define usinagem multíplice.

```
G61 X700 I100 Y180 J60 P2.005 Q9.011
```

; Anula ciclo fixo.

```
G80
```

; Posicionamento.

```
G90 X0 Y0
```

; Fim de programa.

```
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla das seguintes formas:

```
G61 X700 K8 J60 D4 P2.005 Q9.011
G61 I100 K8 Y180 D4 P2.005 Q9.011
```

10.3 G62: Usinagem multíplice formando uma malha

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G62 A B X I   Y J   P Q R S T U V
        X K   Y D
        I K   J D
```

A (±5.5) **Ângulo da trajetória com o eixo de abcissas**

Define o ângulo que forma a trajetória de usinagem com o eixo de abcissas. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor A=0.

B (±5.5) **Ângulo entre trajetórias**

Define o ângulo existente entre as duas trajetórias de usinagem. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor B=90.

X (5.5) **Comprimento da trajetória no eixo de abcissas**

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de abcissas.

I (5.5) **Passo entre usinagens no eixo de abscissas**

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de abscissas.

K (5) **Número de usinagens no eixo de abscissas**

Define o número de usinagens totais no eixo de abscissas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Devido a que com dois parâmetros quaisquer do grupo X I K se pode definir a usinagem conforme o eixo de abcissas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: XI, XK, IK.

Entretanto, quando se seleciona o formato XI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

Y (5.5) **Comprimento da trajetória no eixo de ordenadas**

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de ordenadas.

J (5.5) **Passo entre usinagens no eixo de ordenadas.**

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de ordenadas.

D (5) **Número de usinagens no eixo de ordenadas**

Define o número de usinagens totais no eixo de ordenadas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Em virtude de que com dois parâmetros quaisquer do grupo Y J D se pode definir a usinagem conforme o eixo de ordenadas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: YJ, YD, JD.

Entretanto, quando se seleciona o formato YI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

P Q R S T U V **Pontos sem furação.**

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.3.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço rápido (G00) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

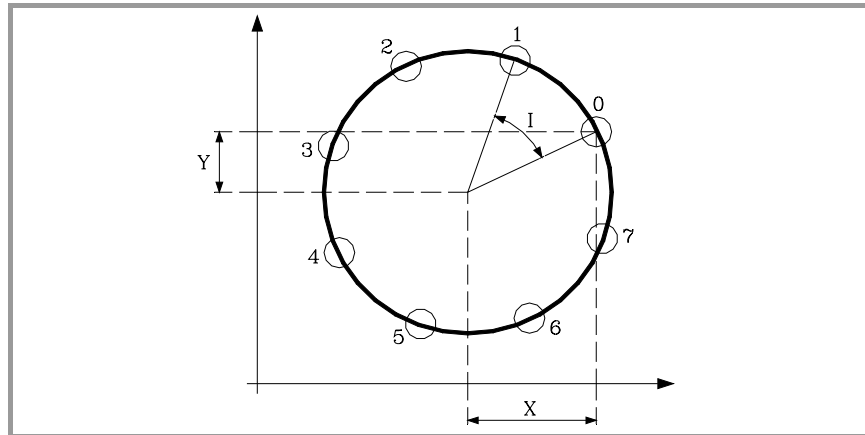
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
```
G81 G98 G00 G91 X100 Y150 Z-8 I-22 F100 S500
```
; Define usinagem multíplice.
```
G62 X700 I100 Y180 J60 P2.005 Q9.011 R15.019
```
; Anula ciclo fixo.
```
G80
```
; Posicionamento.
```
G90 X0 Y0
```
; Fim de programa.
```
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla das seguintes formas:

```
G62 X700 K8 J60 D4 P2.005 Q9.011 R15.019
G62 I100 K8 Y180 D4 P2.005 Q9.011 R15.019
```

10.4 G63: Usinagem multíplice formando uma circunferência

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G63 X Y I  C F P Q R S T U V
        K
```

X (±5.5) **Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de abscissas**

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de abscissas.

Y (±5.5) **Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de ordenadas**

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de ordenadas.

Com os parâmetros X e Y se define o centro da circunferência, do mesmo modo, que nas interpolações circulares (G02, G03) o fazem I e J.

I (±5.5) **Passo angular entre usinagens**

Define o passo angular entre usinagens. Quando o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, o sinal indica o sentido, "+" anti-horário, "-" horário.

K (5) **Número de usinagens totais**

Define o número de usinagens totais ao longo da circunferência, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Será suficiente tão só programar I ou K no bloco de definição da usinagem múltipla. Entretanto, quando se programa K numa usinagem múltipla na qual o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, a usinagem se realizará em sentido anti-horário.

C (0/1/2/3) **Tipo de deslocamento entre pontos**

Indica como se realiza o deslocamento entre os pontos de usinagem. Se não se programa se toma o valor C=0.

C=0: O deslocamento se realiza em avanço rápido (G00).

C=1: O deslocamento se realiza em interpolação linear (G01).

C=2: O deslocamento se realiza em interpolação circular horária (G02).

C=3: O deslocamento se realiza em interpolação circular anti-horária (G03).

F (5.5) **Avanço para o deslocamento entre pontos**

Define o avanço com que se realizará o deslocamento entre pontos. É óbvio, que somente terá validez para valores de "C" diferentes de zero. Se não se programa, se tomará o valor F0, avanço máximo selecionado pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

P Q R S T U V **Pontos sem furação.**

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.4.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço programado mediante "C" (G00, G01, G02 ou G03) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

; Posicionamento e definição de ciclo fixo.

```
G81 G98 G01 G91 X280 Y130 Z-8 I-22 F100 S500
```

; Define usinagem multíplice.

```
G63 X200 Y200 I30 C1 F200 P2.004 Q8
```

; Anula ciclo fixo.

```
G80
```

; Posicionamento.

```
G90 X0 Y0
```

; Fim de programa.

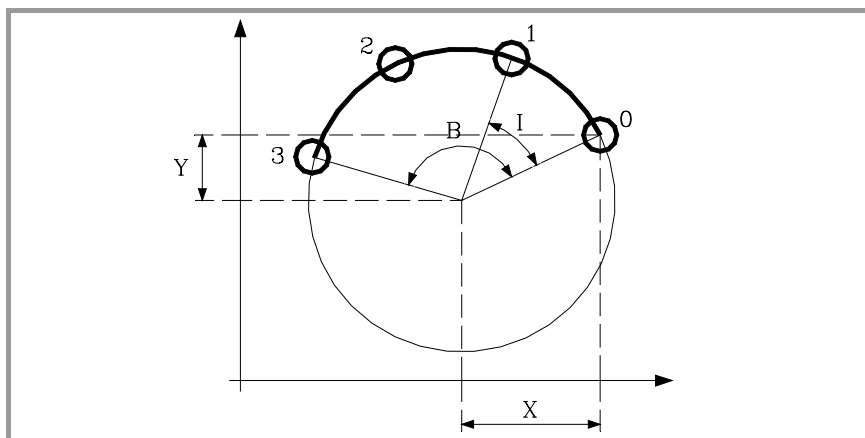
```
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla da seguinte forma:

```
G63 X200 Y200 K12 C1 F200 P2.004 Q8
```

10.5 G64: Usinagem multíplice formando um arco

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G64 X Y B  I  C F P Q R S T U V
           K
```

X (±5.5) **Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de abscissas**

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de abscissas.

Y (±5.5) **Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de ordenadas**

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de ordenadas.

Com os parâmetros X e Y se define o centro da circunferência, do mesmo modo, que nas interpolações circulares (G02, G03) o fazem I e J.

B (5.5) **Percurso angular**

Define o percurso angular da trajetória de usinagem e se expressa em graus.

I (±5.5) **Passo angular entre usinagens**

Define o passo angular entre usinagens. Quando o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, o sinal indica o sentido, "+" anti-horário, "-" horário.

K (5) **Número de usinagens totais**

Define o número de usinagens totais ao longo da circunferência, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Será suficiente tão só programar I ou K no bloco de definição da usinagem múltipla. Entretanto, quando se programa K numa usinagem múltipla na qual o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, a usinagem se realizará em sentido anti-horário.

C (0/1/2/3) **Tipo de deslocamento entre pontos**

Indica como se realiza o deslocamento entre os pontos de usinagem. Se não se programa se toma o valor C=0.

C=0: O deslocamento se realiza em avanço rápido (G00).

C=1: O deslocamento se realiza em interpolação linear (G01).

C=2: O deslocamento se realiza em interpolação circular horária (G02).

C=3: O deslocamento se realiza em interpolação circular anti-horária (G03).

F (5.5) **Avanço para o deslocamento entre pontos**

Define o avanço com que se realizará o deslocamento entre pontos. É óbvio, que somente terá validez para valores de "C" diferentes de zero. Se não se programa, se tomará o valor F0, avanço máximo selecionado pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

P Q R S T U V **Pontos sem furação.**

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.5.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço programado mediante "C" (G00, G01, G02 ou G03) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo Z é o eixo longitudinal e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

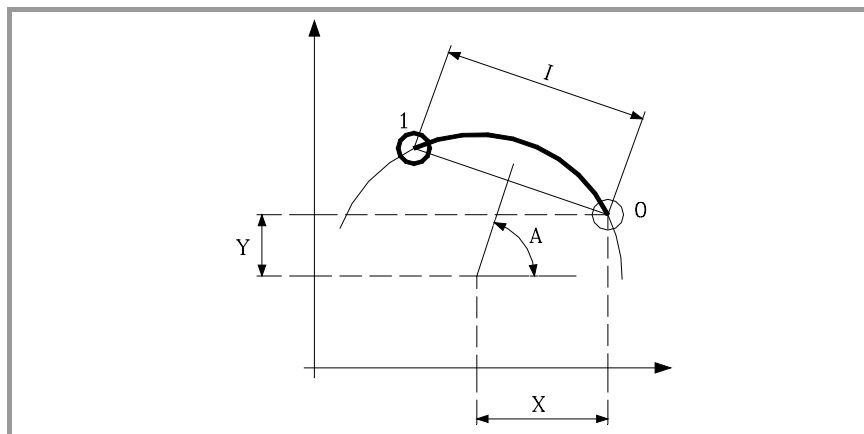
```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G01 G91 X280 Y130 Z-8 I-22 F100 S500

; Define usinagem multíplice.
G64 X200 Y200 B225 I45 C3 F200 P2

; Anula ciclo fixo.
G80

; Posicionamento.
G90 X0 Y0

; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla da seguinte forma:

```
G64 X200 Y200 B225 K6 C3 F200 P2
```

10.6 G65: Usinagem multíplice mediante uma corda de arco

Esta função permite executar a usinagem ativa num ponto programado mediante uma corda de arco. Somente executará uma usinagem, sendo o seu formato de programação:

```
G65 X Y A  C F
        I
```

X (±5.5) Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de abscissas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de abscissas.

Y (±5.5) Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de ordenadas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de ordenadas.

Com os parâmetros X e Y se define o centro da circunferência, do mesmo modo, que nas interpolações circulares (G02, G03) o fazem I e J.

A (±5.5) Ângulo da corda

Define o ângulo que forma a mediatriz da corda com o eixo de abscissas e se expressa em graus.

I (±5.5) Passo angular entre usinagens

Define o comprimento da corda. Quando o deslocamento se realiza em G00 ou G01, o sinal indica o sentido, "+" anti-horário, "-" horário.

C (0/1/2/3) Tipo de deslocamento entre pontos

Indica como se realiza o deslocamento entre os pontos de usinagem. Se não se programa se toma o valor C=0.

C=0: O deslocamento se realiza em avanço rápido (G00).

C=1: O deslocamento se realiza em interpolação linear (G01).

C=2: O deslocamento se realiza em interpolação circular horária (G02).

C=3: O deslocamento se realiza em interpolação circular anti-horária (G03).

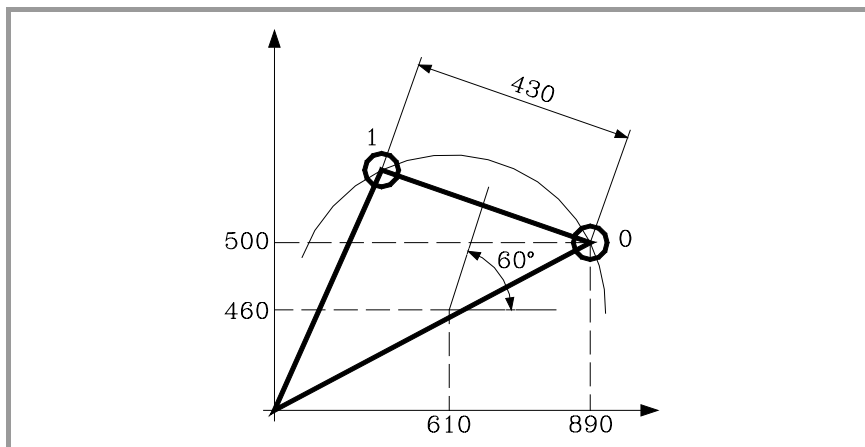
F (5.5) Avanço para o deslocamento entre pontos

Define o avanço com que se realizará o deslocamento entre pontos. É óbvio, que somente terá validez para valores de "C" diferentes de zero. Se não se programa, se tomará o valor F0, avanço máximo selecionado pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

10.6.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o ponto programado no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço programado mediante "C" (G00, G01, G02 ou G03) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.

   Depois de finalizar a usinagem a ferramenta ficará posicionada no ponto programado.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G01 G91 X890 Y500 Z-8 I-22 F100 S500

; Define usinagem multíplice.
G65 X-280 Y-40 A60 C1 F200

; Anula ciclo fixo.
G80

; Posicionamento.
G90 X0 Y0

; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla da seguinte forma:

```
G65 X-280 Y-40 I430 C1 F200
```

TRABALHO COM APALPADOR

11

O CNC possui duas entradas de apalpador para sinais de 5 V DC do tipo TTL e para sinais de 24 V DC.

Nos apêndices do manual de instalação se explica a conexão dos diferentes tipos de apalpadores a estas entradas.

11.1 Movimento com apalpador (G75, G76)

A função G75 permite programar deslocamentos que finalizarão depois do CNC receber o sinal do apalpador de medida utilizado.

A função G76 permite programar deslocamentos que finalizarão depois do CNC deixar de receber o sinal do apalpador de medida utilizado.

O formato de definição ambas funções é:

```
G75 X..C ±5.5
G76 X..C ±5.5
```

Depois da função desejada G75 ou G76 se programará o eixo ou eixos desejados, assim como as cotas dos referidos eixos, que definirão o ponto final de movimento programado.

A máquina se moverá conforme a trajetória programada, até receber (G75) ou deixar de receber (G76) o sinal do apalpador. No mencionado momento o CNC dará por finalizado o bloco, assumindo como posição teórica dos eixos, a posição real que tenham nesse instante.

Se os eixos chegam à posição programada antes de receber ou deixar de receber o sinal exterior do apalpador, o CNC deterá o movimento dos eixos.

Este tipo de blocos com movimento de apalpador são muito úteis quando se deseja elaborar programas de medição ou verificação de ferramentas e peças.

As funções G75 e G76 não são modais, portanto deverão programar-se sempre que se deseje realizar um movimento com apalpador.

As funções G75 e G76 são incompatíveis entre si e com as funções G00, G02, G03, G33, G34, G41 e G42. Além disso, depois de executada uma delas o CNC assumirá as funções G01 e G40.

Durante os movimentos em G75 ou G76, o funcionamento do comutador feedrate override depende de como o fabricante tenha personalizado o parâmetro de máquina FOVRG75.

PROGRAMAÇÃO EM LINGUAGEM DE ALTO NIVEL

12

12.1 Descrição léxica.

Todas as palavras que constituem a linguagem em alto nível do controle numérico deverão ser escritas em letras maiúsculas, á exceção dos textos associados, que se poderão escrever com letras maiúsculas e minúsculas.

Os elementos que estão à disposição para realizar a programação em alto nível são:

- Palavras reservadas.
- Constantes numéricas.
- Símbolos.

Palavras reservadas

Se consideram palavras reservadas àquelas palavras que o CNC utiliza na programação de alto nível para denominar as variáveis do sistema, os operadores, as instruções de controle, etc.

Também são palavras reservadas cada uma das letras do alfabeto A-Z, já que podem formar uma palavra da linguagem de alto nível quando vão sozinhas.

Constantes numéricas

Os blocos programados em linguagem de alto nível permitem números em formato decimal e números em formato hexadecimal.

- Os números em formato decimal não devem ultrapassar o formato ±6.5 (6 dígitos inteiros e 5 decimais).
- Os números em formato hexadecimal devem ir precedidos pelo símbolo $ e com um máximo de 8 dígitos.

A atribuição a uma variável de uma constante superior ao formato ±6.5, se realizará mediante parâmetros aritméticos, mediante expressões aritméticas, ou então mediante constantes expressas em formato hexadecimal.

Se se deseja atribuir à variável "TIMER" o valor 100000000 se poderá realizar uma das seguintes formas:

```
(TIMER = $5F5E100)
(TIMER = 10000 * 10000)
(P100 = 10000 * 10000)
(TIMER = P100)
```

Se o controle trabalha no sistema métrico (milímetros) a resolução é de décima de micro, programando-se as cifras em formato ±5.4 (positivo ou negativo, com 5 dígitos inteiros e 4 decimais).

Se o controle trabalha em polegadas a resolução é de cem-milésima de micro, programando-se as cifras em formato ±4.5 (positivo ou negativo, com 4 dígitos inteiros e 5 decimais).

Com o objetivo de que resulte mais cô- modo para o programador, este controle admite sempre o formato ±5.5 (positivo ou negativo, com 5 dígitos inteiros e 5 decimais), ajustando convenientemente cada número às unidades de trabalho no momento de ser utilizado.

Símbolos

Os símbolos utilizados dentro da linguagem de alto nível são:

```
( ) " = + - * / ,
```

12.2 Variáveis

O CNC possui uma série de variáveis internas que podem ser acessadas desde o programa de usuário, desde o programa do PLC ou pela via DNC. Conforme a sua utilização, estas variáveis se diferenciam em variáveis de leitura e variáveis de leitura-escritura.

O acesso a estas variáveis desde o programa de usuário se realiza com comandos de alto nível. Cada um destas variáveis será feita sua referencia mediante seu mnemônico, que deve escrever-se com maiúsculas.

- Os mnemônicos terminados em *X-C* indicam um conjunto de 9 elementos formados pela correspondente raiz seguida de X, Y, Z, U, V, W, A, B e C.

ORG(X-C) ->	ORGX	ORGY	ORGZ
	ORGU	ORGV	ORGW
	ORGA	ORGB	ORGC

- Os mnemônicos acabados em *n* indicam que as variáveis estão agrupadas em tabelas. Se se deseja acessar um elemento de uma destas tabelas, se indicará o campo da tabela desejada mediante o mnemônico correspondente seguido do elemento desejado.

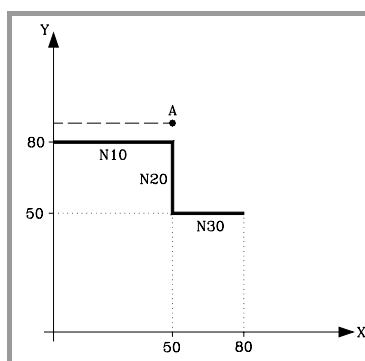
  TORn -> TOR1 TOR3 TOR11

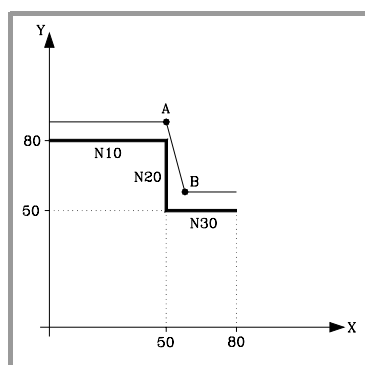
As variáveis e a preparação de blocos

As variáveis que acessam os valores reais do CNC detêm a preparação de blocos. O CNC espera que o referido comando se execute para começar novamente a preparação de blocos. Por isso, se deve ter precaução ao utilizar este tipo de variáveis, já que se se intercalam entre blocos de usinagem que trabalhem com compensação se podem obter perfis não desejados.

Exemplo: Leitura de uma variável que detém a preparação de blocos.

Se executam os seguintes blocos de programa num trecho com compensação G41.

```
...
N10 X50 Y80
N15 (P100 = POSX); Atribui ao parâmetro P100 o valor da cota real em X.
N20 X50 Y50
N30 X80 Y50
...
```

O bloco N15 detém a preparação de blocos, portanto a execução do bloco N10 finalizará no ponto A.

Depois de finalizada a execução do bloco N15, o CNC continuará a preparação de blocos a partir do bloco N20.

Como o próximo ponto correspondente à trajetória compensada é o ponto "B", o CNC deslocará a ferramenta até o referido ponto, executando a trajetória "A-B".

Como se pode observar a trajetória resultante não é a desejada, por isso que se aconselha evitar a utilização deste tipo de variáveis em trechos que trabalhem com compensação.

12.2.1 Parâmetros ou variáveis de propósito geral

As variáveis de propósito geral, se referenciam mediante a letra "P" seguida de um número inteiro. O CNC possui quatro tipos de variáveis de propósito geral.

Tipo de parâmetro	Classificação
Parâmetros locais	P0-P25
Parâmetros globais	P100-P299
Parâmetros de fabricante	P1000-P1255
Parâmetros OEM (de fabricante)	P2000 - P2255

Nos blocos programados em código ISO se permite associar parâmetros a todos os campos G F S T D M e cotas dos eixos. O número de etiqueta de bloco se definirá com valor numérico. Se se utilizam parâmetros nos blocos programados em linguagem de alto nível, estes poderão programar-se dentro de qualquer expressão.

O programador poderá utilizar variáveis de propósito geral ao editar os seus próprios programas. Mais tarde e durante a execução, o CNC substituirá estas variáveis pelos valores que nesse momento tenham atribuídos.

Na programação ...	Na execução ...
GP0 XP1 Z100	G1 X-12.5 Z100
(IF (P100 * P101 EQ P102) GOTO N100)	(IF (2 * 5 EQ 12) GOTO N100)

A utilização destas variáveis de propósito geral, dependerá do tipo de bloco no qual se programem e do canal de execução. Os programas que se executem no canal de usuário poderão conter qualquer parâmetro global, de usuário ou de fabricante, mas não poderão utilizar parâmetros locais.

Tipos de parâmetros aritméticos

Parâmetros locais

Os parâmetros locais somente são acessíveis desde o programa ou sub-rotina, na qual foram programados. Existem sete grupos de parâmetros.

Os parâmetros locais utilizados em linguagem de alto nível poderão ser definidos utilizando a forma anteriormente exposta, ou então utilizando as letras A-Z, excetuando a Ñ, de forma que A é igual a P0 e Z a P25.

O seguinte exemplo mostra estas 2 formas de definição:

```
(IF ((P0+P1)* P2/P3 EQ P4) GOTO N100)
(IF ((A+B)* C/D EQ E) GOTO N100)
```

Se se realiza uma atribuição a parâmetro local utilizando o seu nome (A em vez de P0, por exemplo) e sendo a expressão aritmética uma constante numérica, a instrução se pode abreviar da seguinte forma:

```
(P0=13.7) ==> (A=13.7) ==> (A13.7)
```

Se deve ter cuidado ao utilizar parêntesis, já que não é a mesma coisa M30 que (M30). O CNC interpreta (M30) como uma instrução e ao ser M, outra forma de definir o parâmetro P12, a referida instrução ler-se-á como (P12=30), atribuindo ao parâmetro P12 o valor 30.

Parâmetros globais

Os parâmetros globais são acessíveis desde qualquer programa e sub-rotina chamada desde programa.

Os parâmetros globais podem ser usados pelo usuário, pelo fabricante e pelos ciclos do CNC.

Parâmetros de fabricante

Estes parâmetros são uma ampliação dos parâmetros globais, com a diferença de que não são usados pelos ciclos do CNC.

Parâmetros OEM (de fabricante)

Os parâmetros OEM e as sub-rotinas com parâmetros OEM somente podem utilizar-se nos programas próprios do fabricante; aqueles definidos com o atributo [O]. Para modificar um destes parâmetros nas tabelas, se solicita o password do fabricante.

Uso dos parâmetros aritméticos pelos ciclos

As usinagens multíplices (G60 a G65) e os ciclos fixos de usinagem (G69, G81 a G89) utilizam o sexto nível de sobreposição de parâmetros locais quando se encontram ativos.

Os ciclos fixos de usinagem utilizam o parâmetro global P299 para os seus cálculos internos e os ciclos fixos de apalpador utilizam os parâmetros globais P294 até P299.

Atualização das tabelas de parâmetros aritméticos

O CNC atualizará a tabela de parâmetros depois de elaborar as operações que se indicam no bloco que se encontra em preparação. Esta operação se realiza sempre antes da execução do bloco, por isso, os valores mostrados na tabela não necessitam corresponder com os do bloco em execução.

Se se abandona o modo de execução depois de interromper a execução do programa, o CNC atualizará as tabelas de parâmetros com os valores correspondentes ao bloco que se encontrava em execução.

Quando se acessa à tabela de parâmetros locais e parâmetros globais o valor atribuído a cada parâmetro pode estar expresso em notação decimal (4127.423) ou em notação científica (0.23476 E-3).

Parâmetros aritméticos nas sub-rotinas

O CNC possui instruções de alto nível que permitem definir e utilizar sub-rotinas que podem ser chamadas desde um programa principal, ou desde outra sub-rotina, podendo ao mesmo tempo, chamar desta a uma segunda, da segunda a uma terceira, etc. O CNC limita estas chamadas, permitindo-se até o máximo de 15 níveis de sobreposição.

Se permite atribuir 26 parâmetros locais (P0-P25) a uma sub-rotina. Estes parâmetros, que serão desconhecidos para os blocos externos à sub-rotina, poderão ser referenciados pelos blocos que formam a mesma.

O CNC permite atribuir parâmetros locais a mais de uma sub-rotina, podendo existir um máximo de 6 níveis de sobreposição de parâmetros locais, dentro dos 15 níveis de sobreposição de sub-rotinas.

12.2.2 Variáveis associadas às ferramentas

Estas variáveis estão associadas à tabela de corretores, tabela de ferramentas e tabela de armazém de ferramentas, por isso que os valores que se vão atribuir ou se vão ler dos referidos campos, cumprirão os formatos estabelecidos para as referidas tabelas.

Tabela de Corretores

O valor do raio (R), comprimento (L) e corretores de desgaste (I, K) da ferramenta vêm dados nas unidades ativas.

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Tabela de ferramentas

O número de corretor será um número inteiro entre 0 e 255. O número máximo de corretores está limitado pelo p.m.g. NTOFFSET.

O código de família será um número entre 0 e 255.

0 até 199	se se trata de uma ferramenta normal.
200 até 255	se se trata de uma ferramenta especial.

A vida nominal virá expressada em minutos ou operações (0··65535).

A vida nominal virá expressada em centésimas de minuto (0··9999999) ou operações (0··999999).

Tabela de Armazém de ferramentas

Cada posição do armazém se representa da seguinte maneira.

1··255	Número de ferramenta.
0	A posição de armazém se encontra vazia.
-1	A posição de armazém foi anulada.

A posição da ferramenta no armazém representa-se da seguinte maneira.

1··255	Número de posição.
0	A ferramenta se encontra no eixo-árvore.
-1	Ferramenta não encontrada.
-2	A ferramenta encontra-se na posição de mudança.

Variáveis de leitura

TOOL Devolve o número da ferramenta ativa.

```
(P100=TOOL)
```
Atribui ao parâmetro P100 o número da ferramenta ativa.

TOD Devolve o número do corretor ativo.

NXTOOL Devolve o número da ferramenta seguinte, que se encontra selecionada mas pendente da execução de M06 para ser ativada.

NXTOD Devolve o número do corretor correspondente à ferramenta seguinte, que se encontra selecionada, mas pendente da execução de M06 para ser ativada.

TMZPn Devolve a posição que ocupa a ferramenta indicada (n) no armazém de ferramentas.

Variáveis de leitura e escritura

TORn Na tabela de corretores o valor atribuído ao desgaste de raio I do corretor indicado (n).

```
(P110=TOR3)
```
Atribui ao parâmetro P110 o valor do raio do corretor ·3·.

```
(TOR3=P111)
```
Atribui ao raio do corretor ·3· o valor do parâmetro P111.

TOLn Esta variável permite ler ou modificar na tabela de corretores o valor atribuído ao comprimento do corretor indicado (n).

TOIn Esta variável permite ler ou modificar na tabela de corretores o valor atribuído ao desgaste de raio (I) do corretor indicado (n).

TOKn Esta variável permite ler ou modificar na tabela de corretores o valor atribuído ao desgaste de comprimento (K) do corretor indicado (n).

TLFDn Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o número do corretor da ferramenta indicada (n).

TLFFn Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o código de família da ferramenta indicada (n).

TLFNn Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o valor atribuído como vida nominal da ferramenta indicada (n).

TLFRn Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o valor que leva de vida real da ferramenta indicada (n).

TMZTn Esta variável permite ler ou modificar na tabela do armazém de ferramentas o conteúdo da posição indicada (n).

HTOR A variável HTOR indica o valor do raio da ferramenta que o CNC está utilizando para efetuar os cálculos.

Ao ser uma variável de leitura e escrita desde o CNC e de leitura desde o PLC e DNC, o seu valor pode ser distinto do atribuído na tabela (TOR).

Na ligação, depois de programar uma função T, depois de um RESET ou depois de uma função M30, adquire o valor da tabela (TOR).

Exemplo de programação

Se deseja usinar um perfil com um excesso de 0,5 mm realizando passadas de 0,1 mm com uma ferramenta de raio 10 mm.

Atribuir ao raio de ferramenta o valor:

10,5 mm na tabela e executar o perfil.

10,4 mm na tabela e executar o perfil.

10,3 mm na tabela e executar o perfil.

10,2 mm na tabela e executar o perfil.

10,1 mm na tabela e executar o perfil.

10,0 mm na tabela e executar o perfil.

Entretanto, se durante a usinagem se interrompe o programa ou se produz um reset, a tabela assume o valor do raio atribuído nesse instante (p. Exemplo: 10.2 mm). O seu valor se modificou.

Para evitar esta ação, em lugar de modificar o raio da ferramenta na tabela (TOR), está disponível a variável (HTOR) onde se irá modificando o valor do raio da ferramenta utilizado pelo CNC para efetuar os cálculos.

Ou então, se se produz uma interrupção de programa, o valor do raio da ferramenta atribuído inicialmente na tabela (TOR) será o correto já que não se será modificado.

12.2.3 Variáveis associadas aos deslocamentos de origem

Estas variáveis estão associadas aos deslocamentos de origem, e podem corresponder aos valores da tabela ou aos valores que, atualmente, se encontram selecionados mediante a função G92 ou mediante uma pré-seleção realizada em modo manual.

Os deslocamentos de origem possíveis além do deslocamento aditivo indicado pelo PLC, são G54, G55, G56, G57, G58 e G59.

Os valores de cada eixo se expressam nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Mesmo que existam variáveis relacionadas a cada eixo, o CNC somente permite as relacionadas aos eixos selecionados no CNC. Desta maneira, se o CNC controla os eixos X, Z, somente admite no caso de ORG(X-C) as variáveis ORGX e ORGC.

Variáveis de leitura

ORG(X-C)

Devolve o valor que tem o deslocamento de origem ativo no eixo selecionado. Não se inclui neste valor o deslocamento aditivo indicado pelo PLC ou pelo volante aditivo.

```
(P100=ORGX)
```

Atribui ao parâmetro P100 o valor que tem o deslocamento de origem ativo do eixo X. O referido valor pôde ser selecionado manualmente, mediante a função G92, ou mediante a variável "ORG(X-C)n".

PORGF

Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem a origem de coordenadas polares, conforme o eixo de abcissas.

PORGS

Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem a origem de coordenadas polares, conforme o eixo de ordenadas.

ADIOF(X-C)

Devolve o valor do deslocamento de origem gerado pelo volante aditivo no eixo selecionado.

Variáveis de leitura e escritura

ORG(X-C)n

Esta variável permite ler ou modificar o valor do eixo selecionado na tabela correspondente ao deslocamento de origem indicado n.

```
(P110=ORGX 55)
```

Atribui ao parâmetro P110 o valor do eixo X na tabela correspondente ao deslocamento de origem G55.

```
(ORGY 54=P111)
```

Atribui ao eixo Y na tabela correspondente ao deslocamento de origem G54 o parâmetro P111.

PLCOF(X-C)

Esta variável permite ler ou modificar o valor do eixo selecionado na tabela de deslocamentos de origem aditivo indicado pelo PLC.

Se se acessa a alguma das variáveis PLCOF(X-C) se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

12.2.4 Variáveis associadas aos parâmetros de máquina

Estas variáveis associadas aos parâmetros de máquina são de leitura. Estas variáveis poderão ser de leitura e escritura quando se executem dentro de um programa ou sub-rotina de fabricante.

Para conhecer o formato dos valores devolvidos é conveniente consultar o manual de instalação e arranque inicial. Aos parâmetros que se definem mediante YES/NO, +/- e ON/OFF correspondem os valores 1/0.

Os valores que se referem a cotas e avanços se expressam nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Modificar os parâmetros de máquina desde um programa/sub-rotina de fabricante

Estas variáveis poderão ser de leitura e escritura quando se executem dentro de um programa ou sub-rotina de fabricante. Neste caso, mediante estas variáveis se pode modificar o valor de alguns parâmetros de máquina. Consultar no manual de instalação a lista de parâmetros de máquina que se podem modificar.

Para poder modificar estes parâmetros desde o PLC, tem que executar mediante o comando CNCEX uma sub-rotina de fabricante com as variáveis correspondentes.

Variáveis de leitura

MPGn Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina geral (n).

```
(P110=MPG8)
```

Atribui ao parâmetro P110 o valor do parâmetro de máquina geral P8 "INCHES"; se milímetros P110=0 e se polegadas P110=1.

MP(X-C)n Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) do eixo indicado (X-C).

```
(P110=MPY 1)
```

Atribui ao parâmetro P110 o valor do parâmetro de máquina P1 do eixo Y "DFORMAT".

MPSn Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) da árvore principal.

MPLCn Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) do PLC.

12.2.5 Variáveis associadas das zonas de trabalho.

Estas variáveis associadas das zonas de trabalho somente são de leitura.

Os valores dos limites aparecem nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

O estado das zonas de trabalho vem definido pelo seguinte código:

0 = Desabilitada.

1 = Habilitada como zona de não entrada.

2 = Habilitada como zona de não saída.

Variáveis de leitura

FZONE Devolve o estado da zona de trabalho 1.

FZLO(X-C) Limite inferior da zona 1 conforme o eixo selecionado (X-C).

FZUP(X-C) Limite superior da zona 1 conforme o eixo selecionado (X-C).

```
(P100=FZONE)    ; Atribui ao parâmetro P100 o estado da zona de trabalho 1.
(P101=FZOLOX)   ; Atribui ao parâmetro P101 o limite inferior da zona 1.
(P102=FZUPZ)    ; Atribui ao parâmetro P102 o limite superior da zona 1.
```

SZONE Estado da zona de trabalho 2.

SZLO(X-C) Limite inferior da zona 2 conforme o eixo selecionado (X-C).

SZUP(X-C) Limite superior da zona 2 conforme o eixo selecionado (X-C).

TZONE Estado da zona de trabalho 3.

TZLO(X-C) Limite inferior da zona 3 conforme o eixo selecionado (X-C)

TZUP(X-C) Limite superior da zona 3 conforme o eixo selecionado (X-C).

FOZONE Estado da zona de trabalho 4.

FOZLO(X-C) Limite inferior da zona 4 conforme o eixo selecionado (X-C).

FOZUP(X-C) Limite superior da zona 4 conforme o eixo selecionado (X-C).

FIZONE Estado da zona de trabalho 5.

FIZLO(X-C) Limite inferior da zona 5 conforme o eixo selecionado (X-C).

FIZUP(X-C) Limite superior da zona 5 conforme o eixo selecionado (X-C).

12.2.6 Variáveis associadas aos avanços

Variáveis de leitura associadas ao avanço real

FREAL Devolve o avanço real do CNC. Em mm/minuto ou polegadas/minuto.

```
(P100=FREAL)
```
Atribui ao parâmetro P100 o avanço real do CNC.

FREAL(X-C) Devolve o avanço real do CNC no eixo selecionado.

FTEO(X-C) Devolve o avanço teórico do CNC no eixo selecionado.

Variáveis de leitura associadas à função G94

FEED Devolve o avanço que se encontra selecionado no CNC mediante a função G94. Em mm/minuto ou polegadas/minuto.

Este avanço pode ser indicado pelo programa, pelo PLC ou por DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado pelo DNC e o menos prioritário o indicado pelo programa.

DNCF Devolve o avanço, em mm/minuto ou polegadas/minuto, que se encontra selecionado por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCF Devolve o avanço, em mm/minuto ou polegadas/minuto, que se encontra selecionado por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGF Devolve o avanço, em mm/minuto ou polegadas/minuto, que se encontra selecionado por programa.

Variáveis de leitura associadas à função G95

FPREV Devolve o avanço que se encontra selecionado no CNC mediante a função G95. Em mm/rotação ou polegadas/rotação.

Este avanço pode ser indicado pelo programa, pelo PLC ou por DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado pelo DNC e o menos prioritário o indicado pelo programa.

DNCFPR Devolve o avanço, em mm/revolução ou polegadas/revolução, que se encontre selecionado por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCFPR Devolve o avanço, em mm/revolução ou polegadas/revolução, que se encontre selecionado por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGFPR Devolve o avanço, em mm/revolução ou polegadas/revolução, que se encontre selecionado por programa.

Variáveis de leitura associadas à função G32

PRGFIN Devolve o avanço selecionado por programa, em 1/min.

Além disso, o CNC mostrará na variável FEED, associada à função G94, o avanço resultante em mm/min ou polegadas/minuto.

Variáveis de leitura associadas à override

FRO

Devolve o override (%) do avanço que se encontra selecionado no CNC. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXFOVR" (máximo 255).

Esta percentagem do avanço pode ser indicada por programa, pelo PLC, pelo DNC ou desde o painel frontal, selecionando CNC um deles, sendo a ordem de prioridade (de maior a menor): por programa, por DNC, por PLC e desde o comutador.

DNCFRO

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionado no DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCFRO

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionado no PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

CNCFRO

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionada desde o comutador.

PLCCFR

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionado para o canal de execução do PLC.

Variáveis de leitura e escritura associadas à override

PRGFRO

Esta variável permite ler ou modificar a percentagem do avanço que se encontra selecionado por programa. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXFOVR" (máximo 255). Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

```
(P110=PRGFRO)
```

Atribui ao parâmetro P110 a percentagem do avanço que se encontra selecionado por programa.

```
(PRGFRO=P111)
```

Atribui à percentagem do avanço selecionado por programa o valor do parâmetro P111.

12.2.7 Variáveis associadas às cotas

Os valores das cotas de cada eixo se expressam nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Variáveis de leitura

Se se acessa a alguma das variáveis POS(X-C), TPOS(X-C), APOS(X-C), ATPOS(X-C), DPOS(X-C) ou FLWE(X-C) se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

PPOS(X-C)

Devolve a cota teórica programada do eixo selecionado.

```
(P110=PPOSX)
```

Devolve ao parâmetro P100 a cota teórica programada do eixo X.

POS(X-C)

Devolve a cota real da base da ferramenta, com referência ao zero máquina, do eixo selecionado.

Nos eixos rotativos sem limites esta variável leva em consideração o valor do deslocamento ativo. Os valores da variável estão compreendidos entre o deslocamento ativo e ±360º (ORG* ± 360º).

Se ORG* = 20º visualiza entre 20º e 380º / visualiza entre -340º e 20º.

Se ORG* = -60º visualiza entre -60º e 300º / visualiza entre -420º e -60º.

TPOS(X-C)

Devolve a cota teórica (cota real + erro de seguimento) da base da ferramenta, com referência ao zero máquina, do eixo selecionado.

Nos eixos rotativos sem limites esta variável leva em consideração o valor do deslocamento ativo. Os valores da variável estão compreendidos entre o deslocamento ativo e ±360º (ORG* ± 360º).

Se ORG* = 20º visualiza entre 20º e 380º / visualiza entre -340º e 20º.

Se ORG* = -60º visualiza entre -60º e 300º / visualiza entre -420º e -60º.

APOS(X-C)

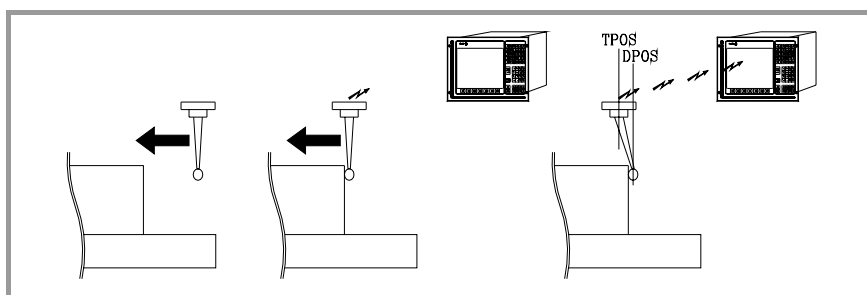
Devolve a cota real da base da ferramenta, com referência ao zero peça, do eixo selecionado.

ATPOS(X-C)

Devolve a cota teórica (cota real + erro de seguimento) da base da ferramenta, com referência ao zero peça, do eixo selecionado.

DPOS(X-C)

O CNC atualiza esta variável sempre que se efetuam operações de apalpamento, funções G75 e G76.

Quando a comunicação entre o apalpador digital e o CNC se efetua mediante raios infravermelhos pode existir um retardo de milissegundos desde o momento de apalpamento até que o CNC receba o sinal.

Mesmo que o apalpador continue o seu deslocamento até que o CNC receba o sinal de apalpamento, o CNC leva em consideração o valor atribuído ao parâmetro de máquina general PRODEL e proporciona a seguinte informação nas variáveis TPOS(X-C) e DPOS(X-C).

TPOS(X-C) Posição real que ocupa o apalpador quando se recebe o sinal de apalpamento.

DPOS(X-C) Posição teórica que ocupava o apalpador quando se efetuou o apalpamento.

FLWE(X-C) Devolve o erro de seguimento do eixo selecionado.

DPLY(X-C) Devolve a cota representada na tela para o eixo selecionado.

GPOS(X-C)n p Cota programada para um determinado eixo, no bloco (n) do programa (p) indicado.

```
(P80=GPOSX N99 P100)
```

Atribui ao parâmetro P88 o valor da cota programada para o eixo X no bloco com etiqueta N99 e que se encontra no programa P100.

Somente se podem consultar programas que se encontram na memória RAM do CNC.

Se o programa ou bloco definido não existe, se mostrará o erro correspondente. Se no bloco não se encontra programado o eixo solicitado, se devolve o valor 100000.0000.

Variáveis de leitura e escritura

DIST(X-C) Estas variáveis permitem ler ou modificar a distância percorrida pelo eixo selecionado. Este valor, que é cumulativo, é muito útil quando se deseja realizar uma operação que depende do percurso realizado pelos eixos, por exemplo a lubrificação dos mesmos.

```
(P110=DISTX)
```

Devolve ao parâmetro P110 a distância percorrida pelo eixo X.

```
(DISTX=P111)
```

Inicializa a variável que indica a distância percorrida pelo eixo Z com o valor do parâmetro P111.

Se se acessa a alguma das variáveis DIST(X-C) se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

LIMPL(X-C)
LIMMI(X-C) Estas variáveis permitem fixar um segundo limite de percurso para cada um dos eixos, LIMPL para o superior e LIMMI para o inferior.

Como a ativação e desativação dos segundos limites é realizada pelo PLC, mediante a entrada lógica geral ACTLIM2 (M5052), além de definir os limites, executa uma função auxiliar M para que lhe seja comunicada.

Também se recomenda executar a função G4 depois da mudança, para que o CNC execute os blocos seguintes com os novos limites.

O segundo limite de percurso será levado em consideração quando se definiu o primeiro, mediante os parâmetros de máquina de eixos LIMIT+ (P5) e LIMIT- (P6).

12.2.8 Variáveis associadas aos volantes eletrónicos.

Variáveis de leitura

HANPF
HANPS
HANPT
HANPFO

Devolvem os pulsos do primeiro (HANPF), segundo (HANPS), terceiro (HANPT) ou quarto (HANPFO) volante que foram recebidos desde que se ligou o CNC.

HANDSE

Em volantes com botão seletor de eixos, indica se foi pulsado o referido botão. Se tem o valor 0 significa que não se foi pulsado.

HANFCT

Devolve o fator de multiplicação fixado desde o PLC para cada volante.

Se deve utilizar quando se possui vários volantes eletrónicos ou dispondo de um único volante, se deseja aplicar diferentes fatores de multiplicação (x1, x10, x100) a cada eixo.

C			B			A			W			V			U			Z			Y			X			
c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	lsb

Depois de posicionado o comutador numa das posições do volante, o CNC consulta esta variável e em função dos valores atribuídos aos bits (c b a) de cada eixo aplica o fator multiplicador selecionado para cada um deles.

c	b	a	
0	0	0	O indicado no comutador do painel de comando ou teclado
0	0	1	Fator x1
0	1	0	Fator x10
1	0	0	Fator x100

Se num eixo existe mais de um bit a 1, se leva em consideração o bit de menor peso. Assim:

c	b	a	
1	1	1	Fator x1
1	1	0	Fator x10

Na tela se mostra sempre o valor selecionado no comutador.

HBEVAR

Se deve utilizar quando se possui o volante Fagor HBE.

Indica se a contagem do volante HBE está habilitado, o eixo que se deseja deslocar e o fator de multiplicação (x1, x10, x100).

				C			B			A			W			V			U			Z			Y			X			
*	^			c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	c	b	a	lsb

(*) Indica se se leva em consideração a contagem do volante HBE em modo manual.

0 = Não se leva em consideração.

1 = Se se leva em consideração.

(^) Indica, quando a máquina possui um volante geral e volantes individuais (associados a um eixo), qual o volante que tem preferência quando ambos os volantes se movem ao mesmo tempo.

0 = Tem preferência o volante individual. O eixo correspondente não leva em consideração os pulsos do volante geral, o resto de eixos sim.

1 = Tem preferência o volante geral. Não leva em consideração os pulsos do volante individual.

(a, b, c) Indicam o eixo que se deseja deslocar e o fator multiplicador selecionado.

c	b	a	
0	0	0	O indicado no comutador do painel de comando ou teclado
0	0	1	Fator x1
0	1	0	Fator x10
1	0	0	Fator x100

Se existem vários eixos selecionados, se leva em consideração a seguinte ordem de prioridade: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C.

Se num eixo existe mais de um bit a 1, se leva em consideração o bit de menor peso. Assim:

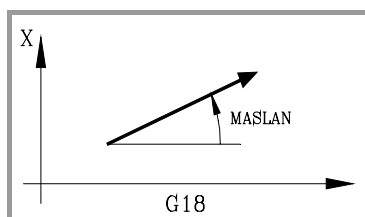
c	b	a	
1	1	1	Fator x1
1	1	0	Fator x10

O volante HBE tem prioridade. Isto é, independentemente do modo selecionado no comutador do CNC (JOG continuo, incremental, volante) se define HBEVAR diferente de 0, o CNC passa a trabalhar em modo volante.

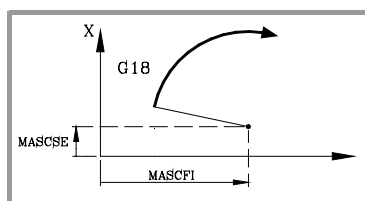
Mostra o eixo selecionado em modo inverso e o fator multiplicador selecionado por PLC. Quando a variável HBEVAR se põe a 0 volta a mostrar o modo selecionado no comutador.

Variáveis de leitura e escritura

MASLAN

Se deve utilizar quando está selecionado o volante trajetória ou o jog trajetória.

Indica o ângulo da trajetória linear.

MASCFI
MASCSE

Se devem utilizar quando está selecionado o volante trajetória ou o jog trajetória.

Nas trajetórias em arco, indicam as cotas do centro do arco.

12.2.9 Variáveis associadas à medição

ASIN(X-C) Sinal A da captação senoidal do CNC para o eixo X-C.

BSIN(X-C) Sinal B da captação senoidal do CNC para o eixo X-C.

ASINS Sinal A da captação senoidal do CNC para o eixo-árvore.

BSINS Sinal B da captação senoidal do CNC para o eixo-árvore.

12.2.10 Variáveis associadas ao eixo-árvore

Nestas variáveis associadas à árvore principal, os valores das velocidades vêm dados em rotações por minuto e os valores do override da árvore principal vêm dados por números inteiros entre 0 e 255.

Algumas variáveis detêm a preparação de blocos se é indicado em cada uma e se espera que o referido comando se execute para começar novamente a preparação de blocos.

Variáveis de leitura

SREAL Devolve a velocidade de rotação real da árvore principal em rotações por minuto. Se detém a preparação de blocos.

```
(P100=SREAL)
```

Atribui ao parâmetro P100 a velocidade de rotação real da árvore principal.

FTEOS Devolve a velocidade de rotação teórica da árvore principal.

SPEED Devolve, em rotações por minuto, a velocidade de rotações da árvore principal que se encontra selecionada no CNC.

Esta velocidade de rotação pode ser indicada por programa, pelo PLC ou pelo DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado por DNC e o menos prioritário o indicado por programa.

DNCS Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCS Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGS Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por programa.

SSO Devolve o override (%) da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada no CNC. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXSOVR" (máximo 255).

Esta percentagem da velocidade de rotação da árvore principal pode ser indicada por programa, pelo PLC, pelo DNC ou desde o painel frontal, selecionando CNC um deles, sendo a ordem de prioridade (de maior a menor): por programa, por DNC, por PLC e desde o painel frontal.

DNCSSO Devolve o percentual da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada no DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCSSO Devolve o percentual da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada no PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

CNCSSO Devolve a percentagem da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada desde o painel frontal.

SLIMIT Devolve, em rotações por minuto, o valor no qual está fixado o limite de velocidade de rotação da árvore principal no CNC.

Este limite pode ser indicado por programa, pelo PLC ou por DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado por DNC e o menos prioritário o indicado por programa.

DNCSL Devolve o limite da velocidade de rotação da árvore principal, em rotações por minuto, selecionada por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCSL Devolve o limite da velocidade de rotação da árvore principal, em rotações por minuto, selecionada por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGSL Devolve o limite da velocidade de rotação da árvore principal, em rotações por minuto, selecionada por programa.

MDISL Máxima velocidade do eixo-árvore para a usinagem. Esta variável também se atualiza quando se programa a função G92 desde MDI.

POSS Devolve a posição real da árvore principal. O seu valor vem imposto entre ±99999.9999°. Se detém a preparação de blocos.

RPOSS Devolve a posição real da árvore principal no módulo 360º. O seu valor vem imposto entre 0 e 360º. Se detém a preparação de blocos.

TPOSS Devolve a posição teórica da árvore principal (cota real + erro de seguimento). O seu valor vem imposto entre ±99999.9999°. Se detém a preparação de blocos.

RTPOSS Devolve a posição teórica da árvore principal (cota real + erro de seguimento) no módulo 360º. O seu valor vem imposto entre 0 e 360º. Se detém a preparação de blocos.

PRGSP Posição programada em M19 por programa para o eixo-árvore principal. Esta variável é de leitura desde o CNC, DNC e PLC.

FLWES Devolve em graus (entre ±99999.9999) o erro de seguimento da árvore principal. Se detém a preparação de blocos.

Variáveis de leitura e escritura

PRGSSO Esta variável permite ler ou modificar o percentual da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada por programa. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXSOVR" (máximo 255). Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

```
(P110=PRGSSO)
```

Atribui ao parâmetro P110 a percentagem da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada por programa.

```
(PRGSSO=P111)
```

Atribui à percentagem da velocidade de rotação da árvore principal selecionada por programa o valor do parâmetro P111.

12.2.11 Variáveis associadas ao autômato

Se deverá levar em consideração que o autômato possui os seguintes recursos:

(I1 até I256)	Entradas.
(O1 até O256)	Saídas.
(M1 até M5957)	Marcas.
(R1 até R499)	Registros de 32 bits cada um.
(T1 até T256)	Temporizadores com uma conta do temporizador em 32 bits.
(C1 até C256)	Contadores com uma conta do contador em 32 bits.

Se se acessa a qualquer variável que permite ler ou modificar o estado de um recurso do PLC (I, O, M, R, T, C), se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute para começar novamente a preparação de blocos.

Variáveis de leitura

PLCMSG

Devolve o número da mensagem de autômato mais prioritário que se encontre ativo, coincidirá com o visualizado na tela (1··128). Se não tem nenhum devolve 0.

```
(P110=PLCMSG)
```

Devolve o número de mensagem de autômato mais prioritário que se encontra ativo.

Variáveis de leitura e escritura

PLCIn

Esta variável permite ler ou modificar 32 entradas do autômato a partir da indicada (n).

Não se poderá modificar o valor das entradas que utiliza o armário elétrico, já que o seu valor está imposto pelo mesmo. Entretanto, se poderá modificar o estado do resto das entradas.

PLCOn

Esta variável permite ler ou modificar 32 saídas do autômato a partir da indicada (n).

```
(P110=PLCO 22)
```

Atribui ao parâmetro P110 o valor das saídas O22 até O53 (32 saídas) do PLC.

```
(PLCO 22=$F)
```

Atribui às saídas O22 a O25 o valor 1 e às saídas O26 a O53 o valor 0.

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	...	5	4	3	2	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....	0	0	1	1	1	1
Saída	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	....	27	26	25	24	23	22

PLCMn

Esta variável permite ler ou modificar 32 marcas do autômato a partir da indicada (n).

PLCRn

Esta variável permite ler ou modificar o estado dos 32 bits do registro indicado (n).

PLCTn

Esta variável permite ler ou modificar a conta do temporizador indicado (n).

PLCCn

Esta variável permite ler ou modificar a conta do contador indicado (n).

PLCMMn Esta variável permite ler ou modificar a marca (n) do autômato.

```
(PLMM4=1)
```

Coloca no ·1· a marca M4 e deixa o resto como estiver.

```
(PLCM4=1)
```

Coloca no ·0· ...

12.2.12 Variáveis associadas aos parâmetros locais

O CNC permite atribuir 26 parâmetros locais (P0-P25) a uma sub-rotina, mediante o uso das instruções PCALL e MCALL. Estas instruções além de executar a sub-rotina desejada permitem inicializar os parâmetros locais da mesma.

Variáveis de leitura

CALLP

Permite conhecer que parâmetros locais foram definidos e quais não, na chamada à sub-rotina mediante a instrução PCALL ou MCALL.

A informação será dada nos 26 bits menos significativos (bits 0··25), correspondendo cada um deles ao parâmetro local do mesmo número, desta maneira, o bit 12 corresponde ao P12.

Cada bit indicará se foi definido (=1) o parâmetro local correspondente ou não (=0).

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	...	5	4	3	2	1	0
	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	...	*	*	*	*	*	*

Exemplo:

```
; Chamada à sub-rotina 20.
(PCALL 20, P0=20, P2=3, P3=5)
...
...
; Inicio da sub-rotina 20.
(SUB 20)
(P100 = CALLP)
...
...
```

No parâmetro P100 se obterá:

0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	1101	LSB

12.2.13 Variáveis associadas ao modo de operação

Variáveis de leitura relacionadas com o modo padrão

OPMODE Devolve o código correspondente ao modo de operação selecionado.

0 = Menu principal.

10 = Execução em modo automático.
11 = Execução em bloco a bloco.
12 = MDI EM EXECUÇÃO.
13 = Inspeção de ferramenta.
14 = Reposição.
15 = Busca de bloco executando G.
16 = Busca de bloco executando G, M, S e T.

20 = Simulação em percurso teórico.
21 = Simulação com funções G.
22 = Simulação com funções G, M, S e T.
23 = Simulação com movimento no plano principal.
24 = Simulação com movimento em rápido.
25 = Simulação em rápido com S=0.

30 = Edição normal.
31 = Edição de usuário.
32 = Edição TEACH-IN.
33 = Editor interativo.

40 = Movimento em JOG contínuo.
41 = Movimento em JOG incremental.
42 = Movimento com volante eletrónico.
43 = Busca de zero em Manual.
44 = Pré-seleção em MANUAL.
45 = Medição de ferramenta.
46 = MDI EM MANUAL.
47 = Manipulação MANUAL do usuário.

50 = Tabela de Origens.
51 = Tabela de corretores.
52 = Tabela de ferramentas.
53 = Tabela de armazém de ferramentas.
54 = Tabela de parâmetros globais.
55 = Tabelas de parâmetros locais.
56 = Tabela de parâmetros do usuario.
57 = Tabela de parâmetros OEM.

60 = Utilidades.

70 = Estado DNC.
71 = Estado CNC.

80 = Edição dos arquivos do PLC.

81 = Compilação do programa do PLC.

82 = Monitorização do PLC.

83 = Mensagens ativos do PLC.

84 = Páginas ativas do PLC.

85 = Salvar programa do PLC.

86 = Restaurar programa do PLC.

87 = Diagramas de uso do PLC.

88 = Estatísticas do PLC.

90 = Personalização.

100 = Tabela de parâmetros de máquina gerais.

101 = Tabelas de parâmetros de máquina de eixos.

102 = Tabela de parâmetros de máquina da árvore principal.

103 = Tabelas de parâmetros de máquina da linha série.

104 = Tabela de parâmetros de máquina do PLC.

105 = Tabela de funções M.

106 = Tabelas de compensação de fuso e cruzada.

110 = Diagnoses: Configuração.

111 = Diagnoses: Teste de hardware.

112 = Diagnoses: Teste de memória RAM.

113 = Diagnoses: Teste de memória flash.

114 = Diagnoses de usuário.

12.2.14 Outras variáveis

Variáveis de leitura

NBTOOL

Indica o número de ferramenta que se está monitorando. Esta variável somente se pode utilizar dentro da sub-rotina de troca de ferramenta.

Exemplo: Se possuem de um trocador manual de ferramentas. Está selecionada a ferramenta T1 e o operador solicita a ferramenta T5.

A sub-rotina associada às ferramentas pode conter as seguintes instruções:

```
(P103 = NBTOOL)
(MSG "SELECIONAR T?P103 E PRESSIONAR SOFTKEY MARCHA")
```

A instrução (P103 = NBTOOL) atribui ao parâmetro P103 o número de ferramenta que se está monitorando, isto é, a que se deseja selecionar. Portanto P103=5.

A mensagem que mostrará o CNC será "SELECIONAR T5 E PRESSIONAR SOFTKEY MARCHA".

PRGN

Devolve o número de programa que se encontra em execução. Se não tem nenhum devolve o valor -1.

BLKN

Devolve o número de etiqueta do último bloco executado.

GSn

Devolve o estado da função G indicada (n). Um 1 no caso de que se encontre ativa e um 0 no caso contrário.

```
(P120=GS17)
```

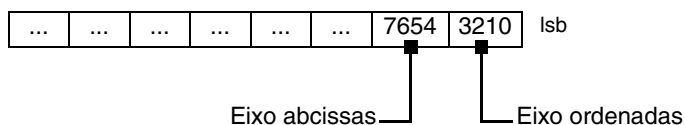
Atribui ao parâmetro P120 o valor 1 quando se encontra ativa a função G17 e um 0 em caso contrário.

MSn

Devolve o estado da função M indicada (n). Um 1 no caso de que se encontre ativa e um 0 no caso contrário.

Esta variável proporciona o estado das funções M00, M01, M02, M03, M04, M05, M06, M08, M09, M19, M30, M41, M42, M43 e M44.

PLANE

Devolve em 32 bits e codificado em BCD a informação do eixo de abcissas (bits 4 a 7) e do eixo de ordenadas (bits 0 a 3) do plano ativo.

Os eixos estão codificados em 4 bits e indicam o número de eixo de acordo com a ordem de programação.

Exemplo: Se o CNC controla os eixos X, Y, Z e se encontra selecionado o plano ZX (G18).

(P122 = PLANE) atribui ao parâmetro P122 o valor $31.

0000	0000	0000	0000	0000	0000	0011	0001	LSB

Eixo de abcissas	= 3 (0011)	=> Eixo Z
Eixo de ordenadas	= 1 (0001)	=> Eixo X

LONGAX Devolve o número conforme a ordem de programação correspondente ao eixo longitudinal. Será o selecionado com a função G15 ou em seu defeito o eixo perpendicular ao plano ativo, se este é XY, ZX ou YZ.

Exemplo:

Se o CNC controla os eixos X, Y, Z e se encontra selecionado o eixo Z.

(P122 = LONGAX) atribui ao parâmetro P122 o valor 3.

MIRROR Devolve nos bits de menor peso de um grupo de 32 bits, o estado do espelhamento de cada eixo, um 1 no caso de encontrar-se ativo e um 0 no caso contrário.

Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	LSB
						Eixo 3	Eixo 2	Eixo 1	

O nome do eixo corresponde à ordem de programação dos mesmos.

Exemplo: Se o CNC controla os eixos X, Y, Z se tem eixo1=X, eixo2=Y, eixo3=Z.

SCALE Devolve o fator de escala geral que está aplicado.

SCALE(X-C) Devolve o fator de escala particular do eixo indicado (X-C).

ORGROT Devolve o ângulo de rotação do sistema de coordenadas que se encontra selecionado com a função G73. O seu valor vem imposto em graus (entre 99999.9999).

ROTPF Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem o centro de rotação conforme o eixo de abcissas. O seu valor vem imposto nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

ROTPS Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem o centro de rotação conforme o eixo de ordenadas. O seu valor vem imposto nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

PRBST Devolve o estado do apalpador.

0 = o apalpador não está em contato com a peça.

1 = o apalpador está em contato com a peça.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

CLOCK Devolve em segundos o tempo que indica o relógio do sistema. Valores possíveis 0··4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

TIME Devolve a hora em formato horas-minutos-segundos.

```
(P150=TIME)
```

Atribui ao P150 hh-mm-ss. Por exemplo se são as 18h 22m. 34seg. Em P150 se deve ter 182234.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

DATE Devolve a data em formato ano-mês-dia.

```
(P151=DATE)
```

Atribui ao P151 ano-mês-dia. Por exemplo se é o 25 de Abril de 1992 em P151 se deve ter 920425.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

CYTIME

Devolve em centésimas de segundo o tempo que se transcorreu em executar a peça. Não se contabiliza o tempo que a execução pode estar detida. Valores possíveis 0··4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

FIRST

Indica se é a primeira vez que se executa um programa. Devolve um 1 se é a primeira vez e um 0 o resto das vezes.

Se considera execução pela primeira vez aquela que se realize:

- Depois da ligação do CNC.
- Depois de pressionar as teclas [SHIFT]+[RESET].
- Cada vez que se seleciona um novo programa.

ANAIn

Devolve em volts e no formato ±1.4 (valores ±5 volts), o estado da entrada analógica indicada (n), podendo-se selecionar uma entre as oito (1··8) entradas analógicas.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

TIMEG

Mostra o estado de contagem do temporizador programado mediante G4 K, no canal de CNC. Esta variável, devolve o tempo que falta para acabar o bloco de temporização, em centésimas de segundo.

RIP

Velocidade teórica linear resultante do laço seguinte (em mm/min).

No cálculo da velocidade resultante, não se consideram os eixos rotativos, os eixos escravos (gantry, acoplados e sincronizados) e os visualizadores.

Variáveis de leitura e escritura

TIMER

Esta variável permite ler ou modificar o tempo, em segundos, que indica o relógio habilitado pelo PLC. Valores possíveis 0··4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

PARTC

O CNC possui um contador de peças que se incrementa, em todos os modos exceto o de Simulação, cada vez que se executa M30 ou M02 e esta variável permite ler ou modificar o seu valor, que virá dado por um número entre 0 e 4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

KEY

Permite ler o código da última tecla que foi aceita pelo CNC.

Esta variável pode utilizar-se como variável de escritura somente dentro de um programa de personalização (canal de usuário).

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

KEYSRC

Esta variável permite ler ou modificar a procedência das teclas, sendo os valores possíveis:

0 = Teclado.

1 = PLC.

2 = DNC.

O CNC somente permite modificar o conteúdo desta variável se a mesma se encontra em 0.

ANAOn

Esta variável permite ler ou modificar a saída analógica desejada (n). O seu valor se expressa em volts e em formato ±2.4 (±10 volts).

Se permitirá modificar as saídas analógicas que se encontrem livres dentre as oito (1··8) que possui o CNC, visualizando-se o erro correspondente quando se intenta escrever numa que esteja ocupada.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

SELPRO

Quando se possui duas entradas de apalpador, permite selecionar qual é a entrada ativa.

No arranque assume o valor ·1·, ficando selecionada a primeira entrada do apalpador. Para selecionar a segunda entrada do apalpador tem que ser dado o valor 2.

O acesso a esta variável desde o CNC detém a preparação de blocos.

DIAM

Muda o modo de programação para as cotas do eixo X entre raios e diâmetros. Quando se muda o valor desta variável, o CNC assume o novo modo de programação para os blocos programados a seguir.

Quando a variável toma o valor ·1·, as cotas programadas se ativam em diâmetros; quando toma valor ·0·, as cotas programadas se ativam em raios.

Esta variável afeta à visualização do valor real do eixo X no sistema de coordenadas da peça e à leitura de variáveis PPOSX, TPOSX e POSX.

No momento da ligação, depois de executar-se M02 ou M30 e depois de uma emergência ou um reset, a variável se inicializa conforme o valor do parâmetro DFORMAT do eixo X. Se este parâmetro tem um valor maior ou igual a 4, a variável toma o valor ·1· em caso contrário, toma o valor ·0·.

PRBMOD

Indica se se deve mostrar ou não um erro de apalpamento nos seguintes casos, mesmo que o parâmetro máquina geral PROBERR (P119) =YES.

- Quando finaliza um movimento de apalpamento G75 e o apalpador não reconheceu a peça.
- Quando finaliza um movimento de apalpamento G76 e o apalpador não deixou de tocar a peça.

A variável PRBMOD toma os seguintes valores.

Valor	Significado
0	Se se dá o erro.
1	Não se dá o erro.

Valor por default 0.

A variável PRBMOD é de leitura e escritura desde o CNC e PLC, e de leitura desde o DNC.

12.3 Constantes

Se definem como constantes todos aqueles valores fixos que não podem ser alterados por programa, sendo consideradas como constantes:

- Os números expressos em sistema decimal.
- Os números em formato hexadecimal.
- A constante PI.
- As tabelas e variáveis só de leitura, pois o seu valor não pode ser alterado dentro dum programa.

12.4 Operadores

Um operador é um símbolo que indica os procedimentos matemáticos ou lógicos que se devem efetuar. O CNC possui operadores aritméticos, relacionais, lógicos, binários, trigonométricos e operadores especiais.

Operadores aritméticos.

+	soma.	P1=3 + 4	P1=7
-	subtração, também menos unária.	P2=5 - 2 P3= -(2 * 3)	P2=3 P3=-6
*	multiplicação.	P4=2 * 3	P4=6
/	divisão.	P5=9 / 2	P5=4.5
MOD	módulo ou resto da divisão.	P6=7 MOD 4	P6=3
EXP	exponencial.	P7=2 EXP 3	P7=8

Operadores relacionais.

EQ	igual.
NE	diferente.
GT	maior que.
GE	maior ou igual que.
LT	menor que.
LE	menor ou igual que.

Operadores lógicos e binários.

NOT, OR, AND, XOR: Atuam como operadores lógicos entre condições e como operadores binários entre variáveis ou constantes.

```
IF (FIRST AND GS1 EQ 1) GOTO N100
P5 = (P1 AND (NOT P2 OR P3))
```

Funções trigonométricas

SIN	Seno	P1=SIN 30	P1=0.5
COS	Co-seno.	P2=COS 30	P2=0.8660
TAN	tangente.	P3=TAN 30	P3=0.5773
ASIN	arco-seno.	P4=ASIN 1	P4=90
ACOS	arco-coseno.	P5=ACOS 1	P5=0
ATAN	arco-tangente.	P6=ATAN 1	P6=45
ARG	ARG(x,y) arcotangente y/x.	P7=ARG(-1,-2)	P7=243.4349

Existem duas funções para o cálculo do arcotangente, ATAN que devolve o resultado entre ±90º e ARG que dá entre 0 e 360º.

Outras funções.

ABS	valor absoluto.	P1=ABS -8	P1=8
LOG	logaritmo decimal.	P2=LOG 100	P2=2
SQRT	raiz quadrada.	P3=SQRT 16	P3=4
ROUND	arredondamento a um número inteiro.	P4=ROUND 5.83	P4=6
FIX	parte inteira.	P5=FIX 5.423	P5=5
FUP	se um número inteiro toma parte inteira. se não, toma parte inteira mais um.	P6=FUP 7 P6=FUP 5.423	P6=7 P6=6
BCD	converte o número dado a BCD.	P7=BCD 234	P7=564

0010	0011	0100

BIN	converte o número dado a binário.	P8=BIN $AB	P8=171

1010	1011

As conversões a binário e a BCD se realizarão em 32 bits, podendo-se representar o número 156 nos seguintes formatos:

Decimal	156
Hexadecimal	9C
Binario	0000 0000 0000 0000 0000 0000 1001 1100
BCD	0000 0000 0000 0000 0000 0001 0101 0110

12.5 Expressões

Uma expressão é qualquer combinação válida entre operadores, constantes e variáveis.

Todas as expressões deverão estar entre parênteses, mas se a expressão se reduz a um número inteiro podem-se eliminar os parênteses.

12.5.1 Expressões aritméticas

Se formam combinando funções e operadores aritméticos, binários e trigonométricos com as constantes e variáveis da linguagem.

O modo de operar com estas expressões é estabelecido pelas prioridades dos operadores e sua associatividade:

Prioridade de maior a menor	Associatividade
NOT, funções, - (unário)	da direita à esquerda.
EXP, MOD	da esquerda à direita.
* , /	da esquerda à direita.
+, - (soma, subtração)	da esquerda à direita.
Operadores relacionais	da esquerda à direita.
AND, XOR	da esquerda à direita.
OR	da esquerda à direita.

É conveniente utilizar parêntesis para esclarecer a ordem em que se produz a avaliação da expressão.

```
(P3 = P4/P5 - P6 * P7 - P8/P9 )
(P3 = (P4/P5)-(P6 * P7)-(P8/P9))
```

O uso de parêntese redundantes ou adicionais não produzirá erros nem diminuirá a velocidade de execução.

Nas funções é obrigatório utilizar parênteses, exceto quando se aplicam a uma constante numérica, em cujo caso é opcional.

(SIN 45) (SIN (45)) ambas são válidas e equivalentes.

(SIN 10+5) é o mesmo que ((SIN 10)+5).

As expressões se podem utilizar também para referenciar os parâmetros e as tabelas:

(P100 = P9)

(P100 = P(P7))

(P100 = P(P8 + SIN(P8 * 20)))

(P100 = ORGX 55)

(P100 = ORGX (12+P9))

(PLCM5008 = PLCM5008 OR 1)

; Seleciona execução bloco a bloco (M5008=1)

(PLCM5010 = PLCM5010 AND $FFFFFFFE)

;Libera o override do avanço (M5010=0)

12.5.2 Expressões relacionais

São expressões aritméticas unidas por operadores relacionais.

(IF (P8 EQ 12.8)

; Analisa se o valor de P8 é igual a 12.8

(IF (ABS(SIN(P24)) GT SPEED)

; Analisa se o seno é maior que a velocidade do eixo-árvore.

(IF (CLOCK LT (P9 * 10.99))

; Analisa se a conta do relógio é menor que (P9 * 10.99)

Ao mesmo tempo, estas condições podem unir-se mediante operadores lógicos.

(IF ((P8 EQ 12.8) OR (ABS(SIN(P24)) GT SPEED)) AND (CLOCK LT (P9 * 10.99)) ...

O resultado de estas expressões é verdadeiro ou falso.

INSTRUÇÕES DE CONTROLE DOS PROGRAMAS

13

As instruções de controle que possui a programação em linguagem de alto nível, se podem agrupar da seguinte maneira.

- Instruções de atribuição.
- Instruções de visualização.
- Instruções de habilitação e inabilitação.
- Instruções de controle de fluxo.
- Instruções de sub-rotinas.
- Instruções de sub-rotinas de interrupção.
- Instruções de programas.
- Instruções de personalização.

Em cada bloco se programará uma única instrução, não sendo permitido programar nenhuma outra informação adicional no referido bloco.

13.1 Instruções de atribuição

É o tipo de instrução mais simples e se pode definir como:

(destino = expressão aritmética)

Como destino pode selecionar-se um parâmetro local ou global ou então uma variável de leitura e escritura. A expressão aritmética pode ser tão complexa quanto se deseje ou uma simples constante numérica.

```
(P102 = FZLOY)
(ORGY 55 = (ORGY 54 + P100))
```

Em caso de realizar-se uma atribuição a parâmetro local utilizando o seu nome (A em vez de P0, por exemplo) e sendo a expressão aritmética uma constante numérica, a instrução se pode abreviar da seguinte forma:

```
(P0=13.7) ==> (A=13.7) ==> (A13.7)
```

Num único bloco se podem realizar até 26 atribuições a destinos diferentes, interpretando-se como uma única atribuição o conjunto de atribuições realizadas a um mesmo destino.

```
(P1=P1+P2, P1=P1+P3, P1=P1*P4, P1=P1/P5)
```

é o mesmo que

```
(P1=(P1+P2+P3)*P4/P5).
```

As diferentes atribuições que se realizem num mesmo bloco se separarão com vírgulas ",".

13.2 Instruções de visualização.

(ERRO nº inteiro,"texto de erro")

Esta instrução detém a execução do programa e visualiza o erro indicado, podendo-se selecionar o referido erro das seguintes maneiras:

(ERROR nº inteiro)

Visualizará o número de erro indicado e o texto associado ao referido número conforme o código de erros do CNC (se existe).

(ERRO nº inteiro,"texto de erro")

Visualizará o número e o texto de erro indicados, devendo o texto ser escrito entre aspas.

(ERRO "texto de erro")

Visualizará somente o texto de erro indicado.

O número de erro pode ser definido mediante uma constante numérica ou mediante um parâmetro. Cuando se utiliza un parámetro local debe utilizarse su forma numérica (P0-P25).

Exemplos de programação:

(ERROR 5)

(ERROR P100)

(ERRO "Erro do usuario")

(ERRO 3 "Erro do usuario")

(ERRO P120 "Erro do usuario")

(MSG „mensagem“)

Esta instrução visualiza a mensagem indicada entre aspas.

Na tela do CNC existe una zona para visualização de mensagens de DNC ou de programa do usuário, visualizando-se sempre a última mensagem recebida, independentemente, da sua procedência.

Exemplo: (MSG „Verificar ferramenta“)

(DGWZ expressão 1, expressão 2, expressão 3, expressão 4, expressão 5, expressão 6)

A instrução DGWZ (Define Graphic Work Zone) permite definir a zona de representação gráfica.

Cada uma das expressões que compõem a sintaxe da instrução correspondem a um dos limites e se devem definir em milímetros ou polegadas.

expressão 1	X mínimo
expressão 2	X máximo
expressão 3	Y mínimo
expressão 4	Y máximo
expressão 5	Z mínimo
expressão 6	Z máximo

13.3 Instruções de habilitação e inabilitação

(ESBLK e DSBLK)

A partir da execução da instrução ESBLK, o CNC executa todos os blocos que se seguem, como se se tratasse de um único bloco.

Este tratamento de bloco a bloco, se mantém ativo até que se anule mediante a execução da instrução DSBLK.

Desta maneira, quando se executa o programa no modo de operação BLOCO a BLOCO, o grupo de blocos que se encontram entre as instruções ESBLK e DSBLK se executarão em ciclo contínuo, isto é, não se deterá a execução ao finalizar um bloco, pelo contrário, continuará com a execução do seguinte.

```
G01 X10 Y10 F8000 T1 D1
(ESBLK)                        ; Começo do bloco único
G02 X20 Y20 I20 J-10
G01 X40 Y20
G01 X40 Y40 F10000
G01 X20 Y40 F8000
(DSBLK)                        ; Anulação do bloco único
G01 X10 Y10
M30
```

(ESTOP e DSTOP)

A partir da execução da instrução DSTOP, o CNC inabilita a tecla de Stop, assim como o sinal de stop proveniente do PLC.

Esta inabilitação permanecerá ativa até que volte a ser habilitada mediante a instrução ESTOP.

(EFHOLD e DFHOLD)

A partir da execução da instrução DFHOLD, o CNC inabilita a entrada de Feed-Hold proveniente do PLC.

Esta inabilitação permanecerá ativa até que volte a ser habilitada mediante a instrução EFHOLD.

13.4 Instruções de controle de fluxo

As instruções GOTO e RPT não podem ser utilizadas em programas que se executam desde um PC conectado, através de uma das linhas serial.

(GOTO N(expressão))

A instrução GOTO provoca um salto dentro do mesmo programa, ao bloco definido mediante a etiqueta N (expresión). A execução do programa continuará depois do salto, a partir do bloco indicado.

A etiqueta de salto pode ser direcionada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

```
      G00 X0 Y0 Z0 T2 D4
      X10
      (GOTO N22)                  ; Instrução de linha
      X15 Y20                     ; Não se executa.
      Y22 Z50                     ; Não se executa.
N22   G01 X30 Y40 Z40 F1000       ; A execução continua neste bloco.
      G02 X20 Y40 I-5 J-5
      ...
```

(RPT N(Expressão), N(Expressão), P(Expressão))

A instrução RPT executa a parte de programa existente entre os dois blocos definidos mediante as etiquetas N(expresión). Os blocos a executar poderão estar no programa em execução ou num programa da memória RAM.

A etiqueta P(expressão) indica o número de programa no qual se encontram os blocos a executar. Se não se define, se entende que a parte que se deseja repetir se encontra dentro do mesmo programa.

Todas as etiquetas poderão ser indicadas mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número. A parte de programa selecionado mediante as duas etiquetas deve pertencer ao mesmo programa, definindo-se primeiro o bloco inicial e depois o bloco final.

A execução do programa continuará no bloco seguinte ao que se programou a instrução RPT, depois de executada a parte de programa selecionada.

```
N10   G00 X10
      Z20
      G01 X5
      G00 Z0
N20   X0
N30   (RPT N10, N20) N3
N40   G01 X20
      M30
```

Ao chegar ao bloco N30, o programa executará 3 vezes a seção N10-N20. Una vez finalizada, continuará la ejecución en el bloque N40.

Como a instrução RPT não detém a preparação de blocos, nem interrompe a compensação de ferramenta pode-se utilizar nos casos em que se utiliza a instrução EXEC e se necessita manter a compensação.

(IF condição<ação1> ELSE <ação2>)

Esta instrução analisa a condição dada, que deverá ser uma expressão de relação. Se a condição é correta (resultado igual a 1), se executará a <acção1>, e em caso contrário (resultado igual a 0) se executará a <accão2>.

Exemplo:

(IF (P8 EQ 12.8) CALL 3 ELSE PCALL 5, A2, B5, D8)

Se P8=12.8 executa a instrução (CALL3)

Se P8<>12.8 executa a instrução (PCALL 5, A2, B5, D8)

A instrução pode não possuir a parte ELSE, isto é, será suficiente programar IF condição <ação1>.

Exemplo:

(IF (P8 EQ 12.8) CALL 3)

<ação1> como <ação2> poderão ser expressões ou instruções, a excepção das instruções IF e SUB.

Em virtude de que num bloco de alto nível os parâmetros locais podem ser denominados mediante letras, se podem obter expressões deste tipo:

(IF (E EQ 10) M10)

Quando se cumpra a condição de que o parâmetro P5 (E) tenha o valor 10, não se executará a função auxiliar M10, já que um bloco de alto nível não pode dispor de comandos em código ISO. Neste caso M10 representa a atribuição do valor 10 ao parâmetro P12, isto é, o mesmo que programar:

(IF (E EQ 10) M10) ou (IF (P5 EQ 10) P12=10)

13.5 Instruções de sub-rotinas.

Se chama sub-rotina a uma parte de programa que, convenientemente identificada, pode ser chamada desde qualquer posição de um programa para a sua execução.

Uma sub-rotina pode estar armazenada como um programa independente ou como parte de um programa, e pode ser chamada uma ou várias vezes, desde diferentes posições de um programa ou desde diferentes programas.

Somente se podem executar sub-rotinas existentes na memória RAM do CNC. Por isso, quando se deseja executar uma sub-rotina armazenada num PC conectado através de uma das linhas serial, deve copiá-la à memória RAM do CNC.

Se a sub-rotina é demasiado grande para passá-la à memória RAM, converter a sub-rotina em programa e utilizar a instrução EXEC.

(SUB nº inteiro)

A instrução SUB define como sub-rotina o conjunto de blocos de programa que se encontram programados a seguir, até atingir a sub-rotina RET. A sub-rotina se identifica mediante um número inteiro, o qual também define o tipo de sub-rotina geral ou sub-rotina OEM (de fabricante).

Faixa de sub-rotinas gerais	SUB 0000 - SUB 9999
Faixa de sub-rotinas OEM (de fabricante)	SUB 10000 - SUB 20000

As sub-rotinas do fabricante têm o mesmo tratamento que as gerais, mas com as seguintes restrições.

- Somente se podem definir nos programas próprios de fabricante, os que levam o atributo [O]. Em caso contrário se mostra o erro correspondente.

  Erro 63 : Programar número de sub-rotina de 1 até 9999.

- Para executar uma sub-rotina OEM mediante CALL, PCALL ou MCALL, esta deve de estar num programa próprio do fabricante. Em caso contrário se mostra o erro correspondente.

  Erro 1255 : Sub-rotina restringida a programa OEM.

Na memória do CNC não podem existir ao mesmo tempo duas sub-rotinas com o mesmo número de identificação, mesmo que pertençam a programas diferentes.

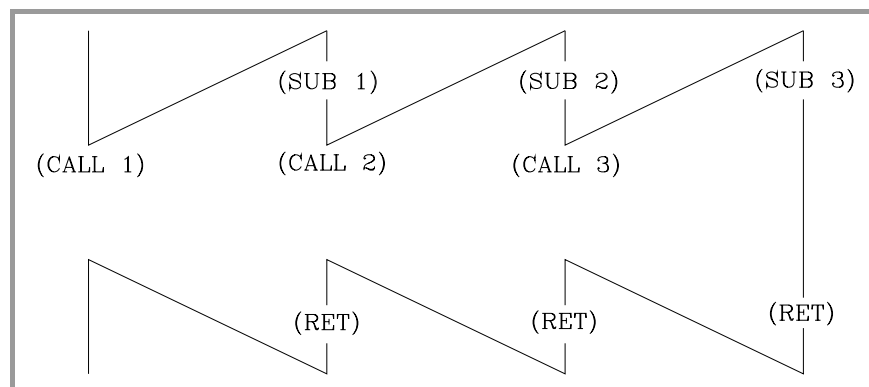
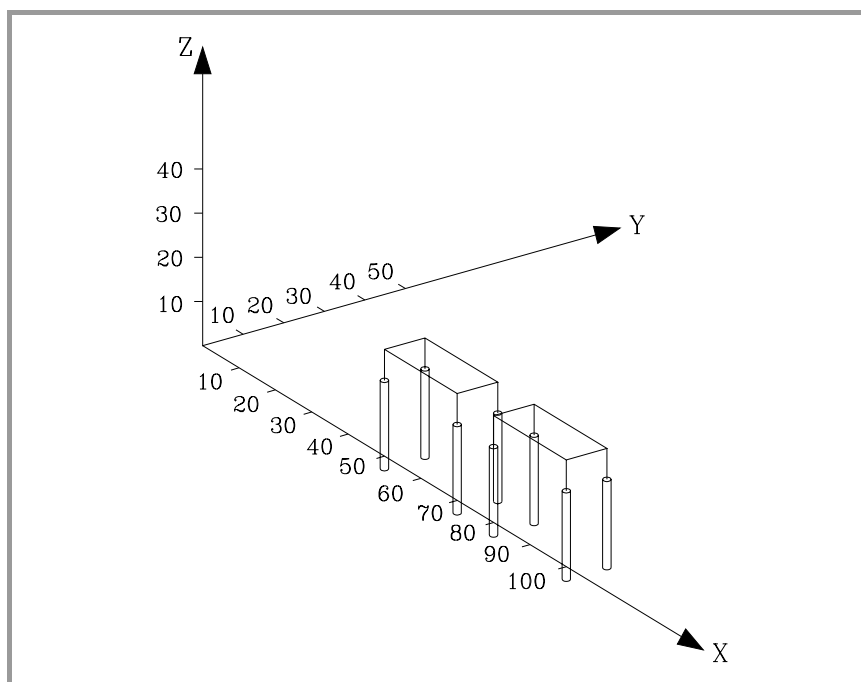
(RET)

A instrução RET indica que a sub-rotina que se definiu mediante a instrução SUB, finaliza no referido bloco.

```
(SUB 12)                ; Definição da sub-rotina 12
G91 G01 XP0 F5000
YP1
X-P0
Y-P1
( RET )                 ; Fim de sub-rotina
```

(CALL (expressão)).

A instrução CALL realiza uma chamada à sub-rotina indicada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Em virtude que de um programa principal, ou de uma sub-rotina se pode chamar a uma sub-rotina, desta a uma segunda, da segunda a uma terceira, etc..., o CNC limita estas chamadas até o máximo de 15 níveis de sobreposição, podendo-se repetir cada um dos níveis 9999 vezes.

Exemplo de programação.

```
G90 G00 X30 Y20 Z10
(CALL 10)
G90 G00 X60 Y20 Z10
(CALL 10)
M30

(SUB 10)
G91 G01 X20 F5000
(CALL 11)                  ; Furação e rosqueamento
G91 G01 Y10
(CALL 11)                  ; Furação e rosqueamento
G91 G01 X-20
(CALL 11)                  ; Furação e rosqueamento
G91 G01 Y-10
(CALL 11)                  ; Furação e rosqueamento
( RET )

(SUB 11)
G81 G98 G91 Z-8 I-22 F1000 S5000 T1 D1
                           ; Ciclo fixo de furação
G84 Z-8 I-22 K15 F500 S2000 T2 D2
                           ; Ciclo fixo de rosqueamento
G80
( RET )
```

(PCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...)

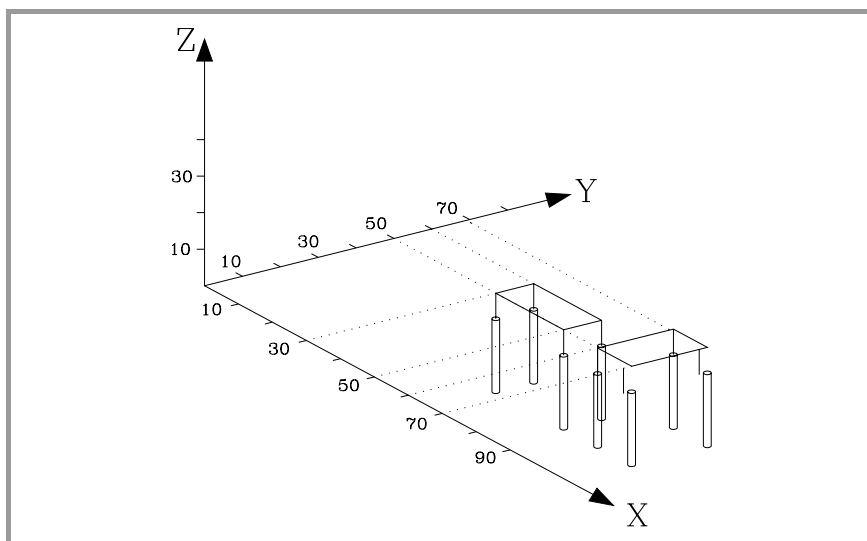
A instrução PCALL realiza uma chamada à sub-rotina indicada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número. Além disso, permite inicializar, até o máximo de 26 parâmetros locais da referida sub-rotina.

Estes parâmetros locais se inicializam mediante as instruções de atribuição.

Exemplo: (PCALL 52, A3, B5, C4, P10=20)

Neste caso, além de gerar um novo nível de sobreposição de sub-rotinas, se gerará um novo nível de sobreposição de parâmetros locais, existindo no máximo 6 níveis de sobreposição de parâmetros locais, dentro dos 15 níveis de sobreposição de sub-rotinas.

Tanto o programa principal, como cada sub-rotina que se encontre num nível de sobreposição de parâmetros, possuirá 26 parâmetros locais (P0-P25).

Exemplo de programação.

```
G90 G00 X30 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=20, P1=10)        ; Também (PCALL 10, A20, B10)
G90 G00 X60 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=10, P1=20)        ; Também (PCALL 10, A10, B20)
M30
(SUB 10)
G91 G01 XP0 F5000
(CALL 11)
G91 G01 YP1
(CALL 11)
G91 G01 X-P0
(CALL 11)
G91 G01 Y-P1
(CALL 11)
( RET )
(SUB 11)
G81 G98 G91 Z-8 I-22 F1000 S5000 T1 D1
                                ; Ciclo fixo de furação
G84 Z-8 I-22 K15 F500 S2000 T2 D2
                                ; Ciclo fixo de rosqueamento
G80
( RET )
```

(MCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...)

Por meio da instrução MCALL, qualquer sub-rotina definida pelo usuário (SUB nº inteiro) adquire a categoria de ciclo fixo.

A execução desta instrução é igual à instrução PCALL, mas a chamada é modal, isto é, se depois deste bloco, se programa algum outro com movimento dos eixos, depois do referido movimento, se executará a sub-rotina indicada e com os mesmos parâmetros de chamada.

Si ao estar selecionada uma sub-rotina modal se executa um bloco de movimento com número de repetições, por exemplo X10 N3, o CNC executará uma única vez o deslocamento (X10), e depois a sub-rotina modal, tantas vezes como indique o número de repetições.

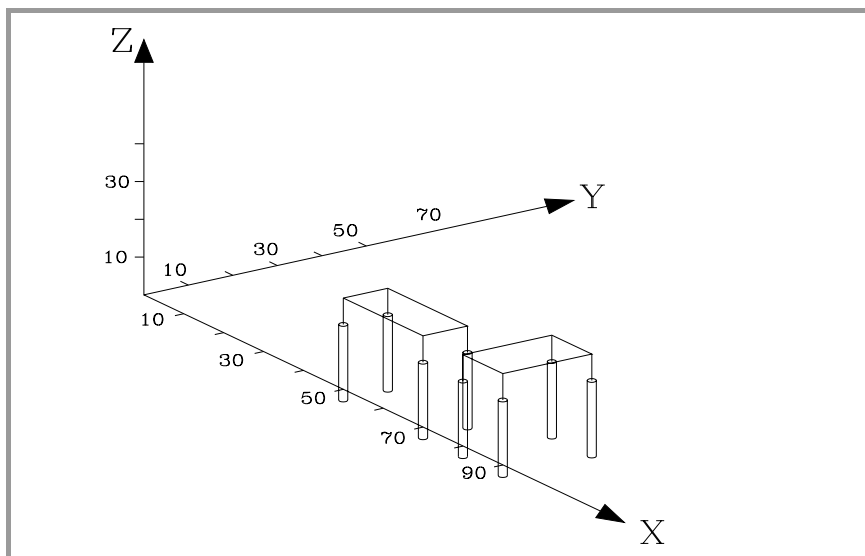
Em caso de se selecionar repetições de bloco, a primeira execução da sub-rotina modal, se realizará com os parâmetros de chamada atualizados, mas não desta maneira o resto das vezes, pois se executarão com os valores que nesse momento disponham os referidos parâmetros.

Se ao estar selecionada uma sub-rotina como modal se executa um bloco que contenha a instrução MCALL, a sub-rotina atual perderá a sua modalidade e a nova sub-rotina selecionada se converterá em modal.

(MDOFF)

A instrução MDOFF indica que a modalidade que tinha adquirido uma sub-rotina com a instrução MCALL ou um programa de usinagem com MEXEC, finaliza no referido bloco.

A utilização de sub-rotinas modais simplifica a programação.

Exemplo de programação.

```
G90 G00 X30 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=20, P1=10)
G90 G00 X60 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=10, P1=20)
M30

(SUB 10)
G91 G01 XP0 F5000
(MCALL 11)
G91 G01 YP1
G91 G01 X-P0
G91 G01 Y-P1
(MDOFF)
( RET )
(SUB 11)
G81 G98 G91 Z-8 I-22 F1000 S5000 T1 D1
G84 Z-8 I-22 K15 F500 S2000 T2 D2
G80
( RET )
```

13.6 Instruções de sub-rotinas de interrupção.

Sempre que se ativa uma das entradas lógicas gerais de interrupção "INT1" (M5024), "INT2" (M5025), "INT3" (M5026) o "INT4" (M5027), o CNC suspende, temporariamente, a execução do programa em curso e passa a executar a sub-rotina de interrupção, cujo número se indica no parâmetro de máquina geral correspondente.

Com INT1 (M5024) a indicada pelo parâmetro INT1SUB (P35)

Com INT2 (M5025) a indicada pelo parâmetro INT2SUB (P36)

Com INT3 (M5026) a indicada pelo parâmetro INT3SUB (P37)

Com INT4 (M5027) a indicada pelo parâmetro INT4SUB (P38)

As sub-rotinas de interrupção se definem como qualquer outra sub-rotina, utilizando as instruções "(SUB nº inteiro)" e "(RET)".

As sub-rotinas de interrupção não mudarão o nível de parâmetros locais, por isso, dentro delas somente se permitirá a utilização dos parâmetros globais.

Dentro de uma sub-rotina de interrupção se pode utilizar a instrução "(REPOS X, Y, Z, ...)" que se detalha a seguir.

Depois de finalizada a execução da sub-rotina, o CNC continuará com a execução do programa em curso.

(REPOS X, Y, Z, ...)

A instrução REPOS se deve utilizar sempre dentro das sub-rotinas de interrupção e facilita o reposicionamento da máquina no ponto de interrupção.

Quando se executa esta instrução o CNC desloca os eixos até o ponto em que se interrompeu a execução do programa.

Dentro da instrução REPOS se deve indicar a ordem em que se devem deslocar os eixos até o ponto de interrupção.

- O deslocamento se realiza eixo a eixo.
- Não é necessário definir todos os eixos, somente os que se desejam reposicionar.
- O deslocamento dos eixos que formam o plano principal da máquina se fará de forma conjunta. Não é necessário definir ambos os eixos já que o CNC efetua o referido deslocamento com o primeiro deles. Não se repete o deslocamento com a definição do segundo eixo, ele o ignora.

Exemplo:

O plano principal está formado pelos eixos XY, o eixo longitudinal é o eixo Z. Se deseja reposicionar primeiro os eixos XY e por último o Z.

Pode-se utilizar qualquer destas definições:

(REPOS X, Y, Z)(REPOS X, Z)(REPOS Y, Z)

Se durante a execução duma sub-rotina que não foi ativada mediante uma das entradas de interrupção, se detecta a instrução REPOS o CNC mostrará o erro correspondente.

13.7 Instruções de programas.

O CNC permite desde um programa em execução:

- Ao executar outro programa. Instrução (EXEC P.....)
- Executar outro programa de forma modal. Instrução (MEXEC P.....)
- Gerar um programa novo. Instrução (OPEN P.....)
- Acrescentar blocos a um programa já existente. Instrução (WRITE P.....)

(EXEC P(expressão), (diretório)).

A instrução EXEC P executa o programa de usinagem do diretório indicado.

O programa de usinagem se pode definir mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Por default o CNC entende que o programa de usinagem está na memória RAM do CNC. Quando se encontra em outro dispositivo tem que ser indicado no (diretório).

DNC   num PC conectado através da linha serial.

(MEXEC P(expressão), (diretório))

A instrução MEXEC executa o programa de usinagem do diretório indicado e além disso adquire a categoria de modal, isto é, se depois deste bloco se programa algum outro com movimento dos eixos, depois do referido movimento se voltará a executar o programa indicado.

O programa de usinagem se pode definir mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Por default o CNC entende que o programa de usinagem está na memória RAM do CNC. Quando se encontra em outro dispositivo tem que ser indicado no (diretório):

DNC   num PC conectado através da linha serial.

Se ao estar selecionado o programa de usinagem modal se executa um bloco de movimento com número de repetições (por exemplo X10 N3), o CNC não leva em consideração o número de repetições e executa uma única vez o deslocamento e o programa de usinagem modal.

Se ao estar selecionado um programa de usinagem como modal se executa desde o programa principal um bloco que contenha a instrução MEXEC, o programa de usinagem atual perde a sua modalidade e o programa de usinagem chamado mediante MEXEC passará a ser modal.

Se dentro do programa de usinagem modal se intenta executar um bloco com a instrução MEXEC se dará o erro correspondente.

1064: Não é possível executar o programa.

(MDOFF)

A instrução MDOFF indica que a modalidade que tinha adquirido uma sub-rotina com a instrução MCALL ou um programa de usinagem com MEXEC, finaliza no referido bloco.

(OPEN P(expressão), (diretório destino), A/D, "comentário de programa")

A instrução OPEN começa a edição dum programa de usinagem. O número do referido programa virá indicado mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Por default o novo programa de usinagem editado se armazena na memória RAM do CNC. Para armazená-lo em outro dispositivo tem que ser indicado no (diretório destino).

DNC	num PC conectado através da linha serial.

O parâmetro A/D se utilizará quando o programa que se deseja editar já exista.

A	O CNC acrescenta os novos blocos a seguir aos blocos já existentes.
D	O CNC elimina o programa existente e começará a edição de um novo.

Também é possível, se se deseja, associar um comentário de programa que posteriormente será visualizado junto a ele no diretório de programas.

A instrução OPEN permite gerar desde um programa em execução outro programa, que poderá estar em função dos valores que adquira o programa em execução.

Para editar os blocos deve-se utilizar a instrução WRITE que se detalha a seguir.

Notas:

Se o programa que se deseja editar existe e não se definem os parâmetros A/D o CNC mostrará uma mensagem de erro ao executar o bloco.

O programa aberto com a instrução OPEN se fecha quando se executa M30, quando se executa outra instrução OPEN e depois de uma Emergência ou Reset.

Desde um PC somente se podem abrir programas na memória RAM.

(WRITE <texto do bloco>)

A instrução WRITE acrescenta depois do último bloco do programa que se começou a editar mediante a instrução OPEN P, a informação contida em <texto do bloco> como um novo bloco do programa.

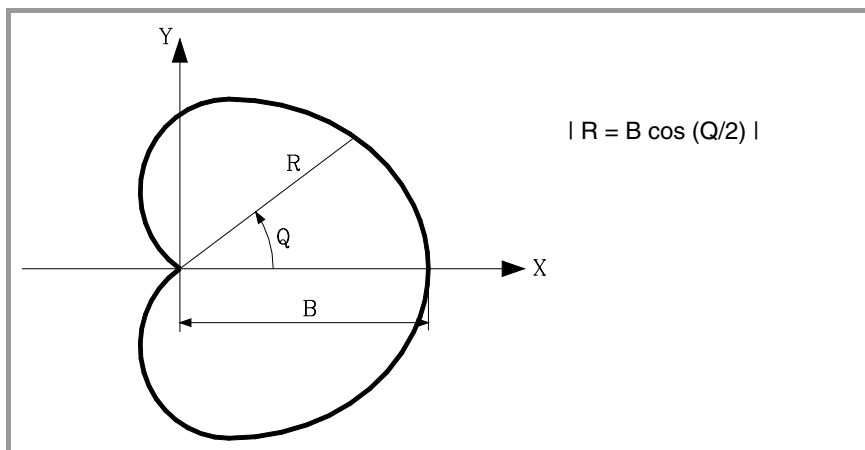
Quando se trata de um bloco paramétrico editado em código ISO todos os parâmetros (globais e locais) são substituídos pelo valor numérico que têm nesse momento.

(WRITE G1 XP100 YP101 F100) => G1 X10 Y20 F100

Quando se trata de um bloco paramétrico editado em alto nível tem que indicar com o caractere ? que se deseja substituir o parâmetro pelo valor numérico que tem nesse momento.

```
(WRITE (SUB P102))          =>   (SUB P102)
(WRITE (SUB ?P102))         =>   (SUB 55)

(WRITE (ORGX54=P103))       =>   (ORGX54=P103)
(WRITE (ORGX54=?P103))      =>   (ORGX54=222)

(WRITE (PCALL P104))        =>   (PCALL P104)
(WRITE (PCALL ?P104))       =>   (PCALL 25)
```

Quando se programa a instrução WRITE sem ter programado previamente a instrução OPEN, o CNC mostrará o erro correspondente, exceto ao editar um programa de personalização de usuário, em cujo caso se acrescenta um novo bloco ao programa em edição.

Exemplo de criação de um programa que contém diversos pontos de uma cardióide.

Se utiliza a sub-rotina número 2, tendo seus parâmetros o seguinte significado:

A ou P0	Valor do ângulo Q.
B ou P1	Valor de B.
C ou P2	Incremento angular para o cálculo.
D ou P3	Avanço dos eixos.

Uma forma de utilizar neste exemplo poderá ser:

```
G00 X0 Y0
G93
(PCALL 2, A0, B30, C5, D500)
M30
```

Sub-rotina de geração do programa.

```
        (SUB 2)
        (OPEN P12345)           ; Começa a execução do programa P12345
        (WRITE FP3)             ; Seleciona avanço de usinagem
N100    (P10=P1 * (ABS(COS(P0/2))))
                                ; Calcula R
        (WRITE G01 G05 RP10 QP0)
                                ; Bloco de movimento
        (P0=P0+P2)              ; Novo ângulo
        (IF (P0 LT 365) GOTO N100)
                                ; Se ângulo menor que 365º, calcula novo ponto
        (WRITE M30)             ; Bloco de fim de programa
        ( RET )                 ; Fim de sub-rotina
```

13.8 Instruções de personalização

As instruções de personalização poderão utilizar-se somente nos programas de personalização realizados pelo usuário.

Estes programas de personalização, devem estar armazenados na memória RAM do CNC, e podem utilizar as "Instruções de Programação". Se executarão no canal especial destinado a este fim, indicando-se nos seguintes parâmetros de máquina gerais o programa selecionado em cada caso.

Em "USERDPLY" se indicará o programa que se deseja executar no Modo de Execução.

Em "USEREDIT" se indicará o programa que se deseja executar no Modo de Edição.

Em "USERMAN" se indicará o programa que se deseja executar no Modo Manual.

Em "USERDIAG" se indicará o programa que se deseja executar no Modo Diagnoses.

Os programas de personalização podem possuir, além do nível atual, outros cinco níveis de sobreposição. Além disso, as instruções de personalização não admitem parâmetros locais, entretanto, se permite utilizar todos os parâmetros globais na sua definição.

(CALL (expressão))

A instrução PAGE visualiza na tela o número de página indicado mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

As páginas definidas pelo usuário estarão compreendidas entre a página 0 e a página 255 e se definirão desde o teclado do CNC em modo de personalização tal e como se indica no Manual de Operação.

As páginas do sistema se definirão mediante um número superior a 1000. Ver apêndice correspondente.

(SYMBOL (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3))

A instrução SYMBOL visualiza na tela o símbolo cujo número vem indicado mediante o valor da expressão 1 depois de valorada.

Da mesma maneira, a sua posição na tela está definida pela expressão 2 (coluna) e pela expressão 3 (fila).

Tanto expressão 1, como expressão 2 e expressão 3 poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

O CNC permite visualizar qualquer símbolo definido pelo usuário (0-255) desde o teclado do CNC no modo de personalização tal e como se indica no Manual de Operação.

Para posicioná-lo dentro da área de visualização se definirão os pixels da mesma, 0-639 para as colunas (expressão 2) e 0-335 para as filas (expressão 3).

(IB (expressão) = INPUT "texto", formato)

O CNC possui de 26 variáveis de entrada de dados (IB0-IB25).

A instrução IB visualiza na janela de entrada de dados o texto indicado e armazena na variável de entrada indicada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número, o dado introduzido pelo usuário.

A espera de introdução de dados se realizará somente quando se programe o formato do dado solicitado. Este formato poderá ter sinal, de parte inteira e parte decimal.

Se tem o sinal "-" admitirá valores positivos e negativos, e se não tem sinal admitirá só valores positivos.

A parte inteira indica o número máximo de dígitos inteiros (0-6) que se desejam.

A parte decimal indica o número máximo de dígitos decimais (0-5) que se desejam.

Quando se programa sem formato numérico, por exemplo (IB1 = INPUT "texto"), a instrução visualiza o texto indicado e não espera a introdução de dados.

(ODW (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3))

A instrução ODW define e desenha na tela uma janela de cor branca e dimensões fixas (1 fila x 14 colunas).

Cada janela contém um número associado que vem indicado pelo valor da expressão 1 depois de valorada.

Da mesma maneira, a sua posição na tela está definida pela expressão 2 (fila) e pela expressão 3 (coluna).

Tanto expressão 1, como expressão 2 e expressão 3 poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

O CNC permite definir 26 janelas (0-25) e posicioná-las dentro da área de visualização, dispondo para isso de 21 filas (0-20) e 80 colunas (0-79).

(DW (expressão 1) = (expressão 2), DW (expressão 3) = (expressão 4), ...)

A instrução DW visualiza na janela indicada pelo valor da expressão 1, expressão 3, .. e depois de valorada, o dado numérico indicado pela expressão 2, expressão 4, ...

Expressão 1, expressão 2, expressão 3, ... poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

O exemplo seguinte mostra uma visualização dinâmica de variáveis:

```
      (ODW 1, 6, 33)
         ; Define a janela de dados 1
      (ODW 2, 14, 33)
         ; Define a janela de dados 2
N10   (DW1=DATE, DW2=TIME)
         ; Visualiza a data na janela 1 e a hora na 2
      (GOTO N10)
```

O CNC permite visualizar o dado em formato decimal, hexadecimal e binário, dispondo para isso das seguintes instruções:

(DW1 = 100)

Formato decimal. Visualiza na janela 1 o valor "100".

(DWH2 = 100)

Formato hexadecimal. Visualiza na janela 2 o valor "64".

(DWB3 = 100)

Formato binário. Visualiza na janela 3 o valor "01100100".

Quando se emprega a representação em formato binário (DWB) a visualização se limita a 8 caracteres, mostrando-se o valor "11111111" para valores superiores a 255 e o valor "10000000" para valores inferiores a –127.

Alem disso, o CNC permite visualizar na janela solicitada, o número armazenado numa das 26 variáveis de entrada de dados (IB0-IB25).

O exemplo seguinte mostra uma petição e posterior visualização do avanço dos eixos:

```
(ODW 3, 4, 60)
    ; Define a janela de dados 3.
(IB1=INPUT "Avanço dos eixos: ", 5.4)
    ; Petição do avanço dos eixos.
(DW3=IB1)
    ; Visualiza o avanço na janela 3.
```

(SK (expressão 1) = "texto 1", (expressão 2) = "texto 2", ...)

A instrução SK define e visualiza o novo menu de softkeys indicado.

Cada uma das expressões indicará o número de softkey que se deseja modificar (1-7, começando pela esquerda) e os textos o que se deseja escrever nelas.

Expressão 1, expressão 2, expressão 3, ... poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Cada texto admitirá no máximo 20 caracteres que se representarão em duas linhas de 10 caracteres cada uma. Se o texto selecionado tem menos de 10 caracteres o CNC o centralizará na linha superior, mas se tem mais de 10 caracteres a centralização será efetuada pelo programador.

Exemplos:

(SK 1="HELP", SK 2="MAXIMUN POINT")

HELP	MAXIMUN POINT

(SK 1="FEED", SK 2=" _ _MAXIMUN_ _ _POINT")

FEED	MAXIMUN POINT

Se ao estar ativo um menu de softkeys padrão do CNC se seleciona uma ou várias softkeys mediante a instrução de alto nível "SK", o CNC apagará todas as softkeys existentes e mostrará somente as que se selecionaram.

Se ao estar ativo um menu de softkeys de usuário, se seleciona uma ou várias softkeys mediante a instrução "SK", o CNC substituirá somente as softkeys selecionadas mantendo o resto.

(WKEY)

A instrução WKEY detém a execução do programa até que se pressione uma tecla.

A tecla pressionada ficará registrada na variável KEY.

```
...
( WKEY )                        ; Espera tecla
(IF KEY EQ $FC00 GOTO N1000)    ; Quando se foi pulsada a tecla F1
                                continua em N1000
...
```

(WBUF "texto", (expressão))

A instrução WBUF somente se pode utilizar no programa de personalização que se deseja executar no Modo de Edição.

Esta instrução se pode programar de duas formas e em cada caso permite:

- (WBUF "texto", (expressão))

  Acrescenta ao bloco que se encontra em edição e dentro da janela de entrada de dados, o texto e o valor da expressão depois de valorada.

  (Expressão) poderá conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

  A programação da expressão será opcional, mas isso não acontece com o texto que será obrigatório defini-lo, se não se deseja texto se programará "".

  Exemplos para P100=10:

```
(WBUF "X", P100)      =>    X10
(WBUF "X P100")       =>    X P100
```

- (WBUF)

  Introduz na memória, acrescentando ao programa que se está editando e depois da posição que ocupa o cursor, o bloco que se encontra em edição (previamente escrito com instruções "(WBUF "texto", (expressão))"). Além disso, elimina o buffer de edição, deixando-o preparado para uma nova edição de bloco.

  Isto possibilita ao usuário editar um programa completo, sem a necessidade de abandonar o modo de edição de usuário depois de cada bloco e pressionar [ENTER] para introduzi-lo na memória.

```
(WBUF "( PCALL 25,")
   ; Acrescenta ao bloco em edição "(PCALL 25, ".
(IB1=INPUT "Parâmetro A:",-5.4)
   ; Petição do parâmetro A.
(WBUF "A=", IB1)
   ; Acrescenta ao bloco em edição "A = (valor introduzido)".
(IB2=INPUT "Parâmetro B: ", -5.4)
   ; Petição do parâmetro B.
(WBUF ", B=", IB2)
   ; Acrescenta ao bloco em edição "B = (valor introduzido)".
(WBUF ")")
   ; Acrescenta ao bloco em edição ")".
( WBUF )
   ; Introduz na memória o bloco editado.
...
```

  Depois de executar este programa, se dispõe na memória um bloco deste estilo:

  (PCALL 25, A=23.5, B=-2.25)

(SYSTEM)

A instrução SYSTEM finaliza a execução do programa de personalização de usuário e volta ao menu padrão correspondente do CNC.

Exemplo de um programa de personalização:

O seguinte programa de personalização deve ser selecionado como programa de usuário associado ao Modo Editor.

Depois de se selecionar o Modo Editor e pressionar a softkey USUÁRIO, este programa começa a ser executado e permite realizar uma edição ajudada pelos 2 ciclos de usuário permitidos. Esta edição se realiza ciclo a ciclo e quantas vezes se deseje.

Visualiza a página inicial de edição

```
N0   (PAGE 10)
```

Personaliza as softkeys de acesso aos diferentes modos e solicita uma opção

```
     (SK 1="CICLO 1",SK 2="CICLO 2",SK 7="SALIR")
N5   ( WKEY )                                ; Pedir tecla
     (IF KEY EQ $FC00 GOTO N10)              ; Ciclo 1
     (IF KEY EQ $FC01 GOTO N20)              ; Ciclo 2
     (IF KEY EQ $FC06 SYSTEM ELSE GOTO N5)   ; Sair ou pedir tecla
```

CICLO 1

```
; Visualiza a página 11 e define 2 janelas de dados
N10  (PAGE 11)
     (ODW 1,10,60)
     (ODW 2,15,60)

; Edição
     (WBUF "( PCALL 1,")         ; Acrescenta ao bloco em edição "(PCALL 1, ".

     (IB 1=INPUT "X:",-6.5)      ; Petição do valor de X.
     (DW 1=IB1)                  Visualiza na janela 1 o valor introduzido.
     (WBUF "X",IB1)              ; Acrescenta ao bloco em edição X (valor introduzido).

     (WBUF ",")                  ; Acrescenta ao bloco em edição ",".

     (IB 2=INPUT "Y:",-6.5)      ; Petição do valor de Y.
     (DW 2=IB2)                  Visualiza na janela 2 o valor introduzido.
     (WBUF "Y",IB2)              ; Acrescenta ao bloco em edição Y (valor introduzido).

     (WBUF ")")                  ; Acrescenta ao bloco em edição ")".
     ( WBUF )                    ; Introduz na memória o bloco editado.
                                 ; Por exemplo : (PCALL 1, X2, Y3)

     (GOTO N0)
```

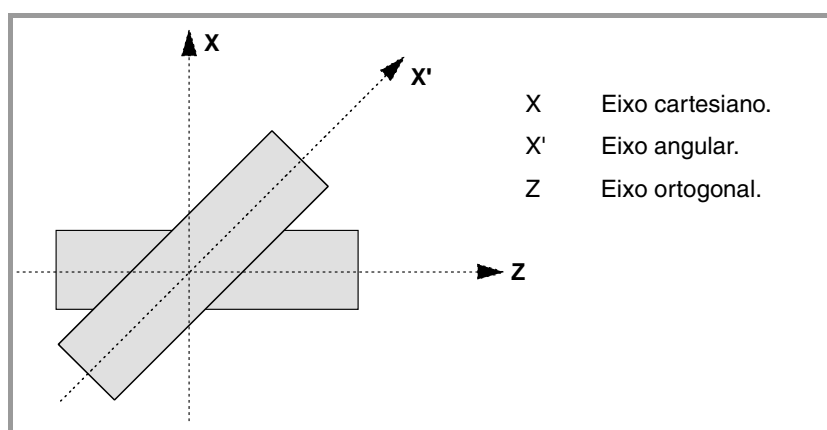
CICLO 2

```
; Visualiza a página 12 e define 3 janelas de dados
N20   (PAGE 12)
      (ODW 1,10,60)
      (ODW 2,13,60)
      (ODW 3,16,60)

; Edição
      (WBUF "( PCALL 2,")          ; Acrescenta ao bloco em edição "(PCALL 2, ".

      (IB 1=INPUT "A:",-6.5)       ; Petição do valor de A.
      (DW 1=IB1)                   Visualiza na janela 1 o valor introduzido.
      (WBUF "A",IB1)               ; Acrescenta ao bloco em edição A (valor introduzido).

      (WBUF ",")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ",".

      (IB 2=INPUT "B:",-6.5)       ; Petição do valor de B.
      (DW 2=IB2)                   Visualiza na janela 2 o valor introduzido.
      (WBUF "B",IB2)               ; Acrescenta ao bloco em edição B (valor introduzido).

      (WBUF ",")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ",".
      (IB 3=INPUT "C:",-6.5)       ; Petição do valor de C.
      (DW 3=IB3)                   Visualiza na janela 3 o valor introduzido.
      (WBUF "C",IB3)               ; Acrescenta ao bloco em edição C (valor introduzido).

      (WBUF ")")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ")".

      ( WBUF )                     ; Introduz na memória o bloco editado.
                                   Por exemplo: (PCALL 2, A3, B1, C3).

      (GOTO N0)
```

TRANSFORMAÇÃO ANGULAR DE EIXO INCLINADO.

14

Com a transformação angular de eixo inclinado se conseguem realizar movimentos ao longo de um eixo que não está a 90º com respeito a outro. Os deslocamentos se programam no sistema cartesiano e para realizar os deslocamentos se transformam em movimentos sobre os eixos reais.

Em algumas máquinas os eixos não estão configurados ao estilo cartesiano, mas sim formam ângulos diferentes de 90º entre si. Um caso típico é o eixo X de torno que por motivos de robustez não forma 90º com o eixo Z, e tem outro valor.

Para poder programar no sistema cartesiano (Z-X), tem que ativar uma transformação angular de eixo inclinado, que converta os movimentos aos eixos reais não perpendiculares (Z-X'). Desta maneira, um movimento programado no eixo X se transforma em movimentos sobre os eixos Z-X'; isto é, se passa a fazer movimentos ao longo do eixo Z e do eixo angular X'.

Ativação e desativação da transformação angular.

O CNC não assume nenhuma transformação depois da ligação; a ativação das transformações angulares se realiza desde o programa de usinagem mediante a função G46.

A desativação das transformações angulares se realiza desde o programa de usinagem mediante a função G46. Opcionalmente, também se poderá "congelar" uma transformação para deslocar o eixo angular, programando em cotas cartesianas.

Influência do reset, do apagamento e da função M30.

A transformação angular de eixo inclinado se mantém ativa depois de um reset, M30 e incluso depois de um desligamento e ligamento do controle.

Considerações à transformação angular de eixo inclinado.

Os eixos que configuram a transformação angular devem ser lineais. Ambos os eixos podem ter associados eixos Gantry.

Se a transformação angular está ativa, as cotas visualizadas serão as do sistema cartesiano. Em caso contrário, se visualizam as cotas dos eixos reais.

Com a transformação ativa permite-se realizar as seguintes operações:

- Deslocamento de origem.
- Pré-seleções de cotas.
- Movimentos em jog contínuo, jog incremental e volantes.

Com a transformação ativa não se permite realizar as seguintes operações:

- Movimentos contra batente.
- Rotação de coordenadas.
- Avanço superficial em fresadora.

Busca de referência de máquina.

A função G46 se desativa quando se faz a busca de referência de algum dos eixos que formam parte da transformação angular (parâmetros de máquina ANGAXNA e ORTAXNA). Quando se faz a busca de referência de eixos que não intervém na transformação angular, a função G46 se mantém ativa.

Durante a busca de referência de máquina os deslocamentos se realizam nos eixos reais.

Movimentos em modo manual (jog e volantes).

Os deslocamentos em modo manual se poderão realizar nos eixos reais ou nos eixos cartesianos, em função de como o tenha definido o fabricante. A seleção se realiza desde o PLC (MACHMOVE) e pode estar disponível, por exemplo, desde uma tecla do usuário.

14.1 Ativação e desativação da transformação angular

Ativação da transformação angular

Com a transformação ativa, os deslocamentos se programam no sistema cartesiano e para realizar os deslocamentos o CNC as transforma em movimentos sobre os eixos reais. As cotas visualizadas na tela serão as do sistema cartesiano.

A ativação da transformação angular se realiza mediante a função G46, sendo o formato de programação o seguinte.

```
G46 S1
```

Esta instrução torna a ativar uma transformação angular congelada. Ver *"14.2 Congelação da transformação angular"* na página 226.

Desativação da transformação angular

Sem a transformação ativa, os deslocamentos se programam e se executam no sistema de eixos reais. As cotas visualizadas na tela serão as dos eixos reais.

A desativação da transformação angular se realiza mediante a função G46, sendo o formato de programação o seguinte.

```
G46 S0
G46
```

A transformação angular de eixo inclinado se mantém ativa depois de um reset, M30 e incluso depois de um desligamento e ligamento do controle.

14.2 Congelação da transformação angular

A congelação da transformação angular é um modo especial para realizar movimentos ao longo do eixo angular, mas se deve programar a cota no sistema cartesiano. Durante os movimentos em modo manual não se aplica o congelamento da transformação angular.

A congelação da transformação angular se realiza mediante a função G46, sendo o formato de programação o seguinte.

```
G46 S2
```

Programação de deslocamentos depois de congelar a transformação angular.

Com uma transformação angular congelada, no bloco de movimento somente se deve programar a cota do eixo angular. Se se programa a cota do eixo ortogonal, o deslocamento se realiza conforme a transformação angular normal.

Desativar a congelação de uma transformação.

A congelação de uma transformação angular se desativa depois de um reset ou M30. A ativação da transformação (G46 S1) também desativa a congelação.

APÊNDICES

PROGRAMAÇÃO EM CÓDIGO ISO

Função	M	D	V	Significado	Seção
G00	*	?	*	Posicionamento em rápido	6.1
G01	*	?	*	Interpolação linear	6.2
G02	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à direita	6.3 / 6.7
G03	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à esquerda	6.3 / 6.7
G04				Temporização/Detenção da preparação de blocos	7.1 / 7.2
G05	*	?	*	Arredondamento de aresta	7.3.2
G06			*	Centro de circunferência em coordenadas absolutas	6.4
G07	*	?		Aresta viva	7.3.1
G08			*	Circunferência tangente à trajetória anterior.	6.5
G09			*	Circunferência por três pontos	6.6
G10	*	*		Anulação de espelhamento	7.5
G11	*		*	Espelhamento em X	7.5
G12	*		*	Espelhamento em Y	7.5
G13	*		*	Espelhamento em Z	7.5
G14	*		*	Espelhamento nas direções programadas	7.5
G15	*		*	Seleção do eixo longitudinal	8.2
G16	*		*	Seleção plano principal por dois direções e eixo longitudinal	3.2
G17	*	?	*	Plano principal X-Y e longitudinal Z	3.2
G18	*	?	*	Plano principal Z-X e longitudinal Y	3.2
G19	*		*	Plano principal Y-Z e longitudinal X	3.2
G20				Definição limites inferiores zonas de trabalho	3.7.1
G21				Definição limites superiores zonas de trabalho	3.7.1
G22			*	Habilitação / inabilitação zonas de trabalho	3.7.2
G32	*		*	Avanço F como função inversa do tempo	6.15
G33	*		*	Rosqueamento eletrónico	6.12
G34				Rosqueamento de passo variável	6.13
G36			*	Arredondamento de arestas	6.10
G37			*	Entrada tangencial	6.8
G38			*	Saída tangencial	6.9
G39			*	Chanfrado	6.11
G40	*	*		Anulação de compensação radial	8.1
G41	*		*	Compensação radial ferramenta à esquerda	8.1
G41 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G42	*		*	Compensação radial ferramenta à direita	8.1
G42 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G43	*	?	*	Compensação longitudinal	8.2
G44	*	?		Anulação de compensação longitudinal	8.2
G50	*		*	Arredondamento de aresta controlada	7.3.3
G51	*		*	Look-Ahead	7.4
G52			*	Movimento contra batente	6.14
G53			*	Programação com respeito ao zero máquina	4.3
G54	*		*	Deslocamento de origem absoluto 1	4.4.2
G55	*		*	Deslocamento de origem absoluto 2	4.4.2
G56	*		*	Deslocamento de origem absoluto 3	4.4.2
G57	*		*	Deslocamento de origem absoluto 4	4.4.2
G58	*		*	Deslocamento de origem aditivo 1	4.4.2
G59	*		*	Deslocamento de origem aditivo 2	4.4.2
G60			*	Usinagem multíplice em linha reta	10.1
G61			*	Usinagem multíplice formando um paralelogramo	10.2
G62			*	Usinagem multíplice em malha	10.3
G63			*	Usinagem multíplice formando uma circunferência	10.4
G64			*	Usinagem multíplice formando um arco	10.5
G65			*	Usinagem multíplice mediante uma corda de arco	10.6
G69	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo variável	9.6
G70	*	?	*	Programação em polegadas	3.3
G71	*	?		Programação em milímetros	3.3

Função	M	D	V	Significado	Seção
G72	*		*	Fator de escala geral e particulares	7.6
G73	*		*	Rotação do sistema de coordenadas	7.7
G74			*	Busca de referência de máquina.	4.2
G75			*	Movimento com apalpador até tocar	11.1
G76			*	Movimento com apalpador até deixar de tocar	11.1
G79				Modificação de parâmetros de um ciclo fixo	9.2.1
G80	*	*		Anulação de ciclo fixo	9.3
G81	*		*	Ciclo fixo de furação	9.7
G82	*		*	Ciclo fixo de furação com temporização	9.8
G83	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo constante	9.9
G84	*		*	Ciclo fixo de rosqueamento com macho	9.10
G85	*		*	Ciclo fixo de escareado	9.11
G86	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G00	9.12
G87	*		*	Ciclo fixo do bolsão retangular	9.13
G88	*		*	Ciclo fixo do bolsão circular	9.14
G89	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G01	9.15
G90	*	?		Programação absoluta	3.4
G91	*	?	*	Programação incremental	3.4
G92				Pré-seleção de cotas / Limitação da velocidade do eixo-árvore	4.4.1
G93				Pré-seleção da origem polar	4.5
G94	*	?		Avanço em milímetros (polegadas) por minuto	5.2.1
G95	*	?	*	Avanço em milímetros (polegadas) por rotação	5.2.2
G96	*		*	Velocidade do ponto de corte constante	5.2.3
G97	*	*		Velocidade do centro da ferramenta constante.	5.2.4
G98	*	*		Volta plano de partida no final do ciclo fixo	9.5
G99	*		*	Volta plano de referência no final do ciclo fixo	9.5

A M significa MODAL, isto é, que uma vez programada, a função G permanece ativa enquanto não se programe outra G incompatível, ou se execute M02, M30, EMERGÊNCIA, RESET ou se deslique e lique o CNC.

A letra D significa POR DEFAULT, isto é, que serão assumidas pelo CNC no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

Nos casos que se indica com ? se deve interpretar que o POR DEFAULT destas funciones G, depende da personalização dos parâmetros de máquina gerais do CNC.

A letra V significa que a função G se visualiza, nos modos de execução e simulação, junto à condições na que se está realizando a usinagem.

INSTRUÇÕES DE CONTROLE DOS PROGRAMAS

Instruções de visualização.

(*seção 13.2*)
(ERRO nº inteiro,"texto de erro") Detém a execução do programa e visualiza o erro indicado.
(MSG „mensagem“) Visualiza a mensagem indicada.
(DGWZ expressão 1, ... expressão 6) Definir a zona de representação gráfica.

Instruções de habilitação e inabilitação.

(*seção 13.3*)
(ESBLK e DSBLK) O CNC executa todos os blocos que se encontram entre ESBLK e DSBLK como se se tratara de um único bloco.
(ESTOP e DSTOP) Habilitação ESTOP e inabilitação DSTOP da tecla de Stop e o sinal de Stop externa PLC.
(EFHOLD e DFHOLD) Habilitação EFHOLD e inabilitação DFHOLD da entrada de Feed-Hold (PLC).

Instruções de controle de fluxo.

(*seção 13.4*)
(GOTO N(expressão)) Provoca um salto dentro do mesmo programa, ao bloco definido mediante a etiqueta N (expresión).
(RPT N(Expressão), N(Expressão), P(Expressão)) Repete a execução da parte de programa existente entre os dois blocos definidos mediante as etiquetas N(expresión).
(IF condição<ação1> ELSE <ação2>) Analisa a condição dada, que deverá ser uma expressão de relação. Se a condição é correta (resultado igual a 1), se executará a <acção1>, e em caso contrário (resultado igual a 0) se executará a <accão2>.

Instruções de sub-rotinas.

(*seção 13.5*)
(SUB nº inteiro) Definição de sub-rotinas.
(RET) Fim de sub-rotina.
(CALL (expressão)). Chamada a uma sub-rotina.
(PCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...) Chamada a uma sub-rotina. Além disso, permite inicializar, mediante as instruções de atribuição, até o máximo de 26 parâmetros locais da referida sub-rotina.
(MCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...) Igual à instrução PCALL, mas convertendo a sub-rotina indicada em sub-rotina modal.
(MDOFF) Anulação de sub-rotina modal.

Instruções de sub-rotinas de interrupção.

(*seção 13.6*)
(REPOS X, Y, Z, ...) Se deve utilizar sempre dentro das sub-rotinas de interrupção e facilita o reposicionamento da máquina no ponto de interrupção.

Instruções de programas.

(*seção 13.7*)
(EXEC P(expressão), (diretório)). Começa a execução do programa.
(MEXEC P(expressão), (diretório)) Começa a execução do programa de forma modal.
(OPEN P(expressão), (diretório destino), A/D, "comentário de programa") Ao começar a edição de um novo programa, permite que seja associado um comentário ao programa.
(WRITE <texto do bloco>) Acrescenta depois do último bloco do programa que se começou a editar mediante a instrução OPEN P, a informação contida em <texto do bloco> como um novo bloco do programa.

Instruções de personalização.

(*seção 13.8*)
(CALL (expressão)) Visualiza na tela o número de página de usuário (0-255) ou de sistema (1000) que se indica.
(SYMBOL (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3)) Visualiza na tela o símbolo (0-255) indicado mediante expressão 1. A sua posição na tela está definida pela expressão 2 (fila, 0-639) e pela expressão 3 (coluna 0-335).
(IB (expressão) = INPUT "texto", formato) Visualiza na janela de entrada de dados o texto indicado e armazena na variável de entrada (Ibn) o dado introduzido pelo usuário.
(ODW (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3)) Define e desenha na tela uma janela de cor branca (1 fila x 14 colunas). A sua posição na tela está definida pela expressão 2 (fila) e pela expressão 3 (coluna).
(DW (expressão 1) = (expressão 2), DW (expressão 3) = (expressão 4), ...) Visualiza nas janelas indicadas o símbolo pelo valor da expressão 1,3,.. , o dado numérico indicado pela expressão 2,4,..
(SK (expressão 1) = "texto 1", (expressão 2) = "texto 2", ...) Define e visualiza o novo menu de softkeys indicado.
(WKEY) A instrução detém a execução do programa até que se pressione uma tecla.
(WBUF "texto", (expressão)) Acrescenta ao bloco que se encontra em edição e dentro da janela de entrada de dados, o texto e o valor da expressão depois de valorada.
(WBUF) Introduz na memória o bloco que se encontra em edição. Somente se pode utilizar no programa de personalização que se deseja executar no Modo de Edição.
(SYSTEM) Finaliza a execução do programa de personalização de usuário e volta ao menu padrão correspondente do CNC.

RESUMO DE VARIÁVEIS INTERNAS DO CNC

- O símbolo R indica que se permite ler a variável correspondente.
- O símbolo W indica que se permite modificar a variável correspondente.

Variáveis associadas às ferramentas.

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 12.2.2*)
TOOL	R	R	R	Número da ferramenta ativa.
TOD	R	R	R	Número do corretor ativo.
NXTOOL	R	R	R	Número da ferramenta seguinte, pendente de M06.
NXTOD	R	R	R	Número de corretor da ferramenta seguinte.
TMZPn	R	R	-	Posição que ocupa a ferramenta (n) no armazém.
TLFDn	R/W	R/W	-	Número de corretor da ferramenta (n).
TLFFn	R/W	R/W	-	Código de familia da ferramenta (n).
TLFNn	R/W	R/W	-	Valor atribuído como vida nominal da ferramenta (n).
TLFRn	R/W	R/W	-	Valor de vida real da ferramenta (n).
TMZTn	R/W	R/W	-	Conteúdo da posição de armazém (n).
HTOR	R/W	R	R	Valor do raio de ferramenta que está utilizando o CNC para realizar os cálculos.
TORn	R/W	R/W	-	Raio do corretor (n).
TOLn	R/W	R/W	-	Comprimento do corretor (n).
TOIn	R/W	R/W	-	Desgaste de raio do corretor (n).
TOKn	R/W	R/W	-	Desgaste de comprimento do corretor (n).

Variáveis associadas aos deslocamentos de origem

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 12.2.3*)
ORG(X-C)	R	R	-	Deslocamento de origem ativo no eixo selecionado. Não se inclui o deslocamento aditivo indicado pelo PLC.
PORGF	R	-	R	Cota conforme o eixo de abcissas da origem de coordenadas polares.
PORGS	R	-	R	Cota conforme o eixo de ordenadas da origem de coordenadas polares.
ORG(X-C)n	R/W	R/W	R	Valor para o eixo selecionado do deslocamento de origem (n).
PLCOF(X-C)	R/W	R/W	R	Valor para o eixo selecionado do deslocamento de origem aditivo (PLC).
ADIOF(X-C)	R	R	R	Valor para o eixo selecionado do deslocamento de origem com volante aditivo.

Variáveis associadas aos parâmetros de máquina.

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 12.2.4*)
MPGn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina geral (n).
MP(X-C)n	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) do eixo (X-C).
MPSn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) do eixo-árvore principal.
MPLCn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) do PLC.

Variáveis associadas das zonas de trabalho.

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 12.2.5*)
FZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 1.
FZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 1. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
FZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 1. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
SZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 2.
SZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 2. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
SZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 2. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
TZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 3.
TZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 3. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
TZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 3. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
FOZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 4.
FOZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 4. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
FOZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 4. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
FIZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 5.
FIZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 5. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
FIZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 5. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).

Variáveis associadas aos avanços.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.6)
FREAL	R	R	R	Avanço real do CNC, em mm/min ou em polegadas/min.
FREAL(X-C)	R	R	R	Avanço real do CNC no eixo selecionado.
FTEO/X-C)	R	R	R	Avanço teórico do CNC no eixo selecionado.

Variáveis associadas à função G94.

FEED	R	R	R	Avanço ativo no CNC, em mm/min ou em polegadas/min.
DNCF	R	R	R/W	Avanço selecionado por DNC.
PLCF	R	R/W	R	Avanço selecionado por PLC.
PRGF	R	R	R	Avanço selecionado por programa.

Variáveis associadas à função G95.

FPREV	R	R	R	Avanço ativo no CNC, em mm/rev ou em polegadas/rev.
DNCFPR	R	R	R/W	Avanço selecionado por DNC.
PLCFPR	R	R/W	R	Avanço selecionado por PLC.
PRGFPR	R	R	R	Avanço selecionado por programa.

Variáveis associadas à função G32.

PRGFIN	R	R	R	Avanço selecionado por programa, em 1/mm.

Variáveis associadas à override (%).

FRO	R	R	R	Override (%) do avanço ativo no CNC.
PRGFRO	R/W	R	R	Override (%) selecionado por programa.
DNCFRO	R	R	R/W	Override (%) selecionado por DNC.
PLCFRO	R	R/W	R	Override (%) selecionado por PLC.
CNCFRO	R	R	R	Override (%) selecionado desde o comutador.
PLCCFR	R	R/W	R	Override (%) do canal de execução do PLC.

Variáveis associadas às cotas.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.7)
PPOS(X-C)	R	-	-	Cota teórica programada.
POS(X-C)	R	R	R	Cotas de máquina. Cota real da base da ferramenta.
TPOS(X-C)	R	R	R	Cotas de máquina. Cota teórica da base da ferramenta.
APOS(X-C)	R	R	R	Cotas da peça. Cota real da base da ferramenta.
ATPOS(X-C)	R	R	R	Cotas da peça. Cota teórica da base da ferramenta.
DPOS(X-C)	R	R	R	Cota teórica que ocupava o apalpador quando se efetuou o apalpamento.
FLWE(X-C)	R	R	R	Erro de seguimento do eixo selecionado.
DIST(X-C)	R/W	R/W	R	Distância percorrida pelo eixo selecionado.
LIMPL(X-C)	R/W	R/W	R	Segundo limite de percurso superior.
LIMMI(X-C)	R/W	R/W	R	Segundo limite de percurso inferior.
DPLY(X-C)	R	R	R	Cota representada na tela, para o eixo selecionado.
GPOS(X-C)n p	R	-	-	Cota do eixo selecionado, programada no bloco (n) do programa (p).

Variáveis associadas aos volantes eletrónicos.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.8)
HANPF	R	R	-	Pulsos recebidos do 1º volante desde que se ligou o CNC.
HANPS	R	R	-	Pulsos recebidos do 2º volante desde que se ligou o CNC.
HANPT	R	R	-	Pulsos recebidos do 3º volante desde que se ligou o CNC.
HANPFO	R	R	-	Pulsos recebidos do 4º volante desde que se ligou o CNC.
HANDSE	R	R		Em volantes com botão seletor, indica se foi pulsado o referido botão.
HANFCT	R	R/W	R	Fator de multiplicação diferente para cada volante (quando existem vários).
HBEVAR	R	R/W	R	Volante HBE. Contagem habilitado, eixo para deslocar e fator de multiplicação (x1, x10, x100).
MASLAN	R/W	R/W	R/W	Ângulo da trajetória linear con "Volante trajetória" ou "Jog trajetória".
MASCFI	R/W	R/W	R/W	Cotas do centro do arco con "Volante trajetória" ou "Jog trajetória".
MASCSE	R/W	R/W	R/W	Cotas do centro do arco con "Volante trajetória" ou "Jog trajetória".

Variáveis associadas à medição.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.9)
ASIN(X-C)	R	R	R	Sinal A da medição senoidal do CNC para o eixo selecionado.
BSIN(X-C)	R	R	R	Sinal B da medição senoidal do CNC para o eixo selecionado.
ASINS	R	R	R	Sinal A da captação senoidal do CNC para o eixo-árvore.
BSINS	R	R	R	Sinal B da captação senoidal do CNC para o eixo-árvore.

Variáveis associadas ao eixo-árvore.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.10)
SREAL	R	R	R	Velocidade de rotação real do eixo-árvore.
FTEOS	R	R	R	Velocidade de rotação teórica do eixo-árvore.

Variáveis associadas da velocidade de rotação.

SPEED	R	R	R	Velocidade de rotação do eixo-árvore no CNC.
DNCS	R	R	R/W	Velocidade de rotação selecionada por DNC.
PLCS	R	R/W	R	Velocidade de rotação selecionada por PLC.
PRGS	R	R	R	Velocidade de rotação selecionada por programa.

Variáveis associadas ao spindle override.

SSO	R	R	R	Override (%) da velocidade de rotação do eixo-árvore ativa no CNC.
PRGSSO	R/W	R	R	Override (%) selecionado por programa.
DNCSSO	R	R	R/W	Override (%) selecionado por DNC.
PLCSSO	R	R/W	R	Override (%) selecionado por PLC.
CNCSSO	R	R	R	Override (%) selecionado desde o painel frontal.

Variáveis associadas aos limites de velocidade.

SLIMIT	R	R	R	Limite da velocidade de rotação ativa no CNC.
DNCSL	R	R	R/W	Limite da velocidade de rotação selecionada por DNC.
PLCSL	R	R/W	R	Limite da velocidade de rotação selecionada por PLC.
PRGSL	R	R	R	Limite da velocidade de rotação selecionada por programa.
MDISL	R	R/W	R	Máxima velocidade do eixo-árvore para a usinagem.

Variáveis associadas à posição.

POSS	R	R	R	Posição real do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
RPOSS	R	R	R	Posição real do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre 0 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre 0 e 360).
TPOSS	R	R	R	Posição teórica do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
RTPOSS	R	R	R	Posição teórica do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre 0 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre 0 e 360).
PRGSP	R	R	R	Posição programada em M19 por programa para o eixo-árvore principal.

Variáveis associadas ao erro de seguimento.

FLWES	R	R	R	Erro de seguimento do eixo-árvore.

Variáveis associadas à posição.

SPOSS	R	R	R	Posição real do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
SRPOSS	R	R	R	Posição real do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre 0 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre 0 e 360).
STPOSS	R	R	R	Posição teórica do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
SRTPOS	R	R	R	Posição teórica do eixo-árvore. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre 0 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre 0 e 360).
SDRPOS	R	R	R	Posição que indica o regulador Sercos.

Variáveis associadas ao erro de seguimento.

SFLWES	R	R	R	Erro de seguimento do eixo-árvore.

Variáveis associadas ao autômato

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.11)
PLCMSG	R	-	R	Número da mensagem de autômato mais prioritário que se encontra ativo.
PLCIn	R/W	-	-	32 entradas do autômato a partir da (n).
PLCOn	R/W	-	-	32 saídas do autômato a partir da (n).
PLCMn	R/W	-	-	32 marcas do autômato a partir da (n).
PLCRn	R/W	-	-	Registro (n).
PLCTn	R/W	-	-	Conta do temporizador (n).
PLCCn	R/W	-	-	Conta do contador (n).
PLCMMn	R/W	-	-	Modifica a marca (n) do autômato.

Variáveis associadas aos parâmetros locais e globais.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.12)
GUP n	-	R/W	-	Parâmetro global (P100-P299) (n).
LUP (a,b)	-	R/W	-	Parâmetro local (P0-P25) indicado (b), do nível de sobreposição (a)
CALLP	R	-	-	Indica quais os parâmetros locais que foram definidos e quais não, na chamada à sub-rotina mediante a instrução PCALL ou MCALL.

Variáveis associadas ao modo de operação.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.13)
OPMODE	R	R	R	Modo de operação.

Outras variáveis.

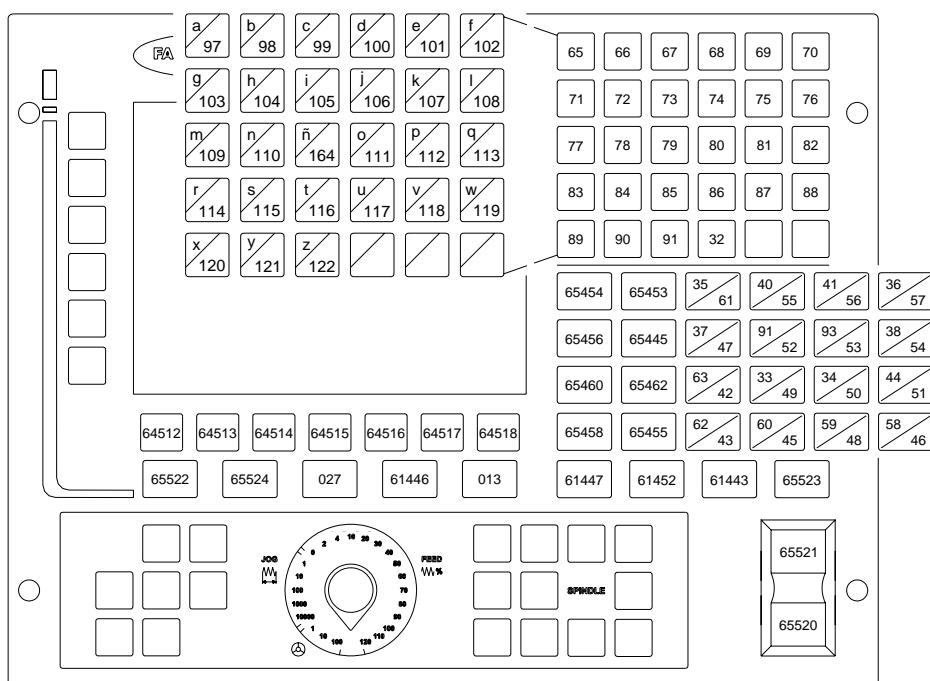
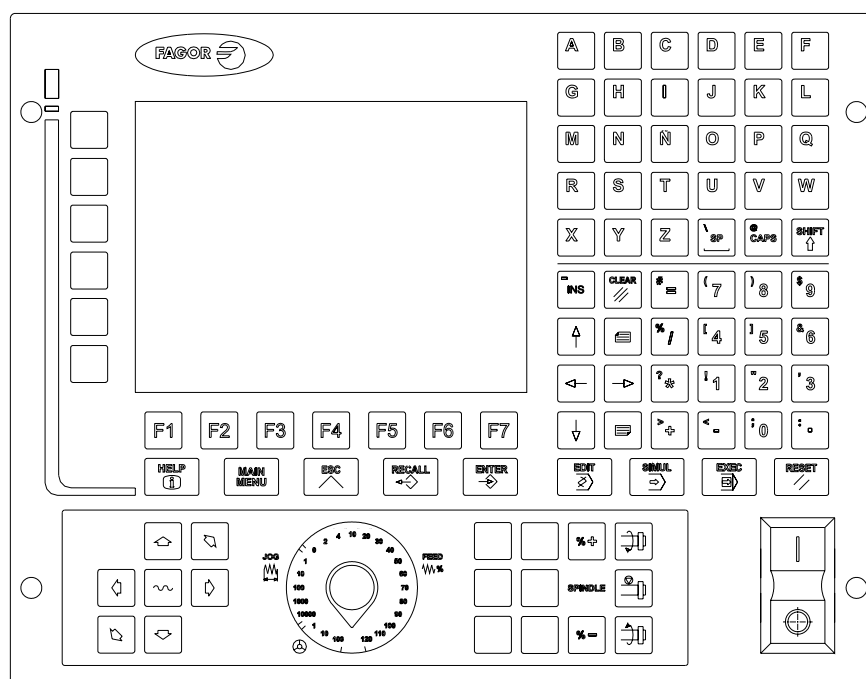
Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 12.2.14)
NBTOOL	R	-	R	Número de ferramenta que se está monitorando.
PRGN	R	R	R	Número de programa em execução.
BLKN	R	R	R	Número de etiqueta do último bloco executado.
GSn	R	-	-	Estado da função G (n).
GGSA	-	R	R	Estado das funções G00 até G24.
GGSB	-	R	R	Estado das funções G25 até G49.
GGSC	-	R	R	Estado das funções G50 até G74.
GGSD	-	R	R	Estado das funções G75 até G99.
MSn	R	-	-	Estado da função M (n).
GMS	-	-	R	Estado das funções M (0..6, 8, 9, 19, 30, 41..44).
PLANE	R	R	R	Eixos de abcissas e ordenadas do plano ativo.
LONGAX	R	R	R	Eixo sobre o que se aplica a compensação longitudinal (G15).
MIRROR	R	R	R	Espelhamento ativos.
SCALE	R	R	R	Fator de escala geral aplicado. Leitura desde o PLC em dez milésimos.
SCALE(X-C)	R	R	R	Fator de escala particular do eixo indicado Leitura desde o PLC em dez milésimos.
ORGROT	R	R	R	Ângulo de rotação do sistema de coordenadas (G73).
ROTPF	R	-	-	Centro de rotação conforme ao eixo de abcissas.
ROTPS	R	-	-	Centro de rotação conforme ao eixo de ordenadas.
PRBST	R	R	R	Devolve o estado do apalpador.
CLOCK	R	R	R	Relógio do sistema, em segundos.
TIME	R	R	R/W	Hora em formato horas-minutos-segundos.
DATE	R	R	R/W	Data em formato ano-mês-dia.
TIMER	R/W	R/W	R/W	Relógio habilitado pelo PLC, em segundos.
CYTIME	R	R	R	Tempo total de execução de uma peça, em centésimas de segundo.

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 12.2.14*)
PARTC	R/W	R/W	R/W	Contador de peças do CNC.
FIRST	R	R	R	Primeira vez que se executa um programa.
KEY	R/W	R/W	R/W	Código de tecla.
KEYSRC	R/W	R/W	R/W	Procedência das teclas.
ANAIn	R	R	R	Tensão em volts da entrada analógica (n).
ANAOn	R/W	R/W	R/W	Tensão em volts a aplicar à saída analógica (n).
CNCERR	-	R	R	Número de erro ativo no CNC.
PLCERR	-	-	R	Número de erro ativo no PLC.
DNCERR	-	R	-	Número de erro que se produziu na comunicação via DNC.
DNCSTA	-	R	-	Estado da transmissão DNC.
TIMEG	R	R	R	Tempo restante para acabar o bloco de temporização (em centésimas de segundo)
SELPRO	R/W	R/W	R	Quando se possui duas entradas de apalpador, seleciona qual é a entrada ativa.
DIAM	R/W	R/W	R	Muda o modo de programação para as cotas do eixo X entre raios e diâmetros.
PRBMOD	R/W	R/W	R	Indica se se deve mostrar ou não um erro de apalpamento
RIP	R	R	R	Velocidade teórica linear resultante do laço seguinte (em mm/min).

A variável "KEY" no CNC é de escritura (W) somente no canal de usuário.

A variável "NBTOOL" somente se pode utilizar dentro da sub-rotina de troca de ferramenta.

CÓDIGO DE TECLAS

Painel de comando alfanumérico (modelos M-T)

APÊNDICES
Código de teclas

CNC 8035

MODELO ·M·
(SOFT V11.1x)

MANUTENÇÃO

Limpeza.

O acúmulo de sujidade no aparelho pode atuar como blindagem que impeça a correta dissipação do calor gerado pelos circuitos eletrônicos internos, e também haverá a possibilidade de risco de superaquecimento e avaria do Controle Numérico.

Também, a sujeira acumulada pode, em alguns casos, proporcionar um caminho condutor à eletricidade que pode por isso, provocar falhas nos circuitos internos do aparelho, principalmente sob condições de alta umidade.

Para a limpeza do painel de comandos e do monitor se recomenda o emprego de um pano suave empapado com a água desionizada e/ou detergentes lavalouças caseiros não abrasivos (líquidos, nunca em pós), ou então com álcool a 75%.

Não utilizar ar comprimido a altas pressões para a limpeza do aparelho, pois isso, pode causar acumulação de cargas que por sua vez dão lugar a descargas eletrostáticas.

Os plásticos utilizados na parte frontal dos aparelhos são resistentes a:

- Gorduras e óleos minerais.
- Bases e água sanitária.
- Detergentes dissolvidos.
- Álcool.

Fagor Automation não se responsabilizará por qualquer dano material ou físico que pudera derivar-se de um incumprimento destas exigências básicas de segurança.

Para verificar os fusíveis, desligar previamente a alimentação. Se o CNC não se acende ao acionar o interruptor de arranque inicial, verificar se os fusíveis se encontram em perfeito estado e se são os apropriados.

Evitar dissolventes. A ação de dissolventes como clorohidrocarbonetos, benzol, ésteres e éteres podem danificar os plásticos com os que está realizado o frontal do aparelho.

Não manipular o interior do aparelho. Somente técnicos autorizados por Fagor Automation podem manipular o interior do aparelho.

Não manipular os conectores com o aparelho conectado à rede elétrica. Antes de manipular os conectores (entradas/saídas, medição, etc.) assegurar-se que o aparelho não se encontra conectado à rede elétrica.